Deutschlands chemische Industrie, 1888-1913

Bernhard Lepsius

Digitized by Google

THE LIBRARY
OF
THE UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

BIOCHEM.

HERMANN O. L. FISCHER
COLLECTION

PRESENTED BY HIS WIFE

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

IV N 808

Dr. HERMANN O. L. FISCHER
University of Toronto
B... ING INSTITUTE
TORONTO 5, CANADA

Deutschlands Chemische Industrie
1888—1913

von

Professor Dr. B. Lepsius
Dr.-Ing. h. c.

Verlag von Georg Stilke, Berlin NW. 7
Hofbuchhändler Sr. Kaiserlichen und Königlichen Hoheit des Kronprinzen
1914

Digitized by Google

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung, vorbehalten.
Copyright 1913 by Georg Stilke, Berlin.

BIOCHEM.

GIFT

Digitized by Google

Dr. HERMANN O. L. FISCHER
University of Toronto
BANTING INSTITUTE
TORONTO 5, CANADA
TP73
L4
BIOCHEM.
LIBRARY

Vorwort.

Die vorliegende Darstellung der Entwicklung der chemischen Industrie Deutschlands in den letzten 25 Jahren wurde ursprünglich geschrieben als Beitrag zu dem von den Herren Dr. von Behr-Pinnow, Professor Dr. Dietrich und Professor Dr. Kayserling im Verlage von Georg Stilke herausgegebenen Jubiläumswerke „Soziale Kultur und Volkswohlfahrt während der ersten 25 Regierungs-Jahre Kaiser Wilhelm II".

Vielfach geäusserte Wünsche haben mich veranlasst, meinen Beitrag durch diese Sonderausgabe, mit der sich Herausgeber und Verleger des Jubiläumswerkes bereitwilligst einverstanden erklärt haben, weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

In der neuen Ausgabe sind einige Verbesserungen vorgenommen und die in der Zwischenzeit veröffentlichten statistischen Daten berücksichtigt worden; ferner ist sie durch Anmerkungen und Literaturnachweise ergänzt worden.

Berlin-Dahlem, im Dezember 1913.

B. Lepsius.

758

Digitized by Google



Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie, Dahlem.

Digitized by Google



Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie, Dahlem.

Digitized by Google

Scientia potestas est.
F. Bacon.

Fürstliche Jahrestage sind von jeher Denksteine der Geschichte gewesen, Ruhepunkte im rastlosen Geschehen, an denen wir innehalten wie der Wanderer im Gebirge, der von gewonnener Höhe zurückschaut und im Blick auf die durchmessene Strecke den Lohn empfindet für die aufgewendete Mühe.

So ergreifen wir in dem Jahre, da Deutschland und Preussen das silberne Jubiläum der Regierung des Kaisers und Königs Wilhelms II. begehen, die willkommene Gelegenheit, uns der Früchte unserer Arbeit, der Mehrung unserer Güter, der Vertiefung unserer Erkenntnis zu erfreuen, die wir dieser segensreichen Friedenszeit verdanken, uns der Fortschritte zu erinnern, die die Wohlfahrt unseres Volkes genommen.

Chemische Wissenschaft und Industrie sind an diesen Fortschritten nicht unbeteiligt. Ja, sie dürfen sich rühmen, an dem wirtschaftlichen Aufschwung unserer gesamten Industrie und an der Steigerung unserer Volkswohlfahrt mit in erster Linie teilgenommen zu haben. Hatte sich doch die chemische Industrie in Deutschland in dem letzten Vierteljahrhundert einer Entwicklung zu erfreuen wie in keinem andern Lande. Der Schilderung dieser Entwicklung und ihres Einflusses auf Volkswirtschaft und Volkswohlfahrt sollen die folgenden Blätter gewidmet sein.

Digitized by Google

Für die Fortschritte der Naturwissenschaften und insonderheit für die Chemie hat der Kaiser oft und noch in jüngster Zeit eine tätige Anteilnahme bekundet; sind doch die ersten Forschungsinstitute seiner grosszügigen Schöpfung, der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, dieser Wissenschaft gewidmet. In dieser Fürsorge dürfen wir wohl ein Vermächtnis erkennen, nicht nur der Kaiserlichen Mutter, die seit den Tagen von Windsor den beredten Worten ihres begeisterten chemischen Lehrers A. W. von Hofmann mit Vorliebe gelauscht hat, sondern ebenso des erlauchten Geschlechts der Hohenzollern, die seit einem halben Jahrtausend mit der Scheidekunst häufig in innige Berührung gekommen sind und an chemischen Ereignissen, daran die Geschichte der Hohenzollernschen Lande und im besonderen ihrer Haupt- und Residenzstadt nicht arm ist, stets lebhaften Anteil genommen haben.

Einleitung

Als der Burggraf Friedrich von Nürnberg im Jahre 1412 die ihm vom Kaiser Sigismund verpfändete Mark in Besitz nahm, bediente er sich alsbald der soeben in die Kriegskunst eingeführten chemischen Energie, um das Volk vor den Unterdrückungen des raubritterlichen Adels zu schützen, denen es fast ein Jahrhundert preisgegeben war. Unter der vernichtenden Wirkung des Schwarzpulvers und dem Donner der „Faulen Grete“ fallen die Burgen der märkischen Barone*), und unter den Hohenzollern kehren allmählich geordnete Zustände in die Mark zurück. In der Hand der Bauleute formt sich der gebrannte Ziegel zu kunstvollen

*) Allein den Quitzows musste Friedrich 24 feste Schlösser nehmen, bis er sie besiegt hatte. Werke Friedrich d. Grossen, 1913. 1. 13.

Digitized by Google

Giebeln und Türmen, und bald fehlt es auch nicht an Versuchen zur Erforschung der Natur. Allerdings werden sie beherrscht von der damals schon tausendjährigen Alexandrinischen Wahnvorstellung des Steins der Weisen, die vom 13. bis über das 16. Jahrhundert hinaus auch unser Vaterland in alchemistische Träume bannt. Alchemie
Dieser Zeitströmung haben sich auch die Hohenzollern nicht entzogen. Der älteste Sohn Friedrichs, Markgraf Johann, führt den Beinamen des Alchemisten; er experimentiert jahrelang auf der Plassenburg in Franken, aber mit demselben Misserfolg wie die späteren Fürsten, die sich der Kunst der Metallverwandlung widmen. Auch die grosse Zeit der Buchdruckerkunst, der Weltumsegelung und der Reformation ändert nichts an dem überkommenen Aberglauben. Kurfürst Joachim I., der Nachfolger Johann Ciceros, ist trotz seiner im Jahre 1506 erfolgten Gründung der märkischen Universität Frankfurt noch umgeben von Alchemisten und Nekromanten. Als sein Hofastrolog aus der Gruppierung der Sterne den Untergang der Städte Berlin und Kölln auf den 25. Juli 1525 berechnet, zieht er mit dem Hofstaat auf den Tempelhofer Berg, um das seltene Schauspiel zu beobachten.

Sein Enkel Johann Georg, ein eifriger Lutheraner, beruft, in dem Bestreben, den Staatshaushalt der Mark zu verbessern, den Schweizer Alchemisten Leonhard Thurneisser zu seinem Leibarzt und errichtet ihm in der ehemaligen Franziskanerabtei, dem jetzigen Sitz des Berlinischen Gymnasiums zum Grauen Kloster, ein wohlausgestattetes Laboratorium. Aber obwohl die medizinische Privatpraxis, in der die berühmte Harnprobe eine bedeutende Rolle spielt, dem Wunderdoktor mehr Geld einbringt als seine Goldmacherkunst dem Staate,

Digitized by Google

bleibt das alchemistische Laboratorium die traditionelle Einrichtung des Brandenburgischen Hofes.

Auch der Grosse Kurfürst huldigt den Anschauungen seiner Zeit. Wie lebhaft jedoch alle Entdeckungen seine Teilnahme erwecken, bezeugen die Magdeburger Halbkugeln Otto von Guerickes, die noch jetzt auf der Königlichen Bibliothek zu Berlin aufbewahrt werden. Aber wenn er auch nicht in den Besitz der ersehnten Tinktur gelangt, so finden wir in seinem Laboratorium doch einen der ausgezeichnetsten Experimentatoren seiner Zeit, den berühmten Alchemisten Johann Kunkel, schon ein Chemiker im Sinne unserer Tage, der sich um die Wissenschaft bleibende Verdienste erworben hat.*)

Rubinglas

Auf der Pfaueninsel bei Potsdam, wo ihm der Kurfürst ein Laboratorium erbaut, errichtet er eine Krystallglashütte und erfindet 1678 das goldhaltige Rubinglas, dessen Farbenpracht nicht übertroffen worden ist, wie wir an der sehenswerten Sammlung seiner Kunstgläser erkennen, die wir noch heute im Berliner Kunstgewerbe-Museum bewundern. Der von ihm verwendete Glasbläsertisch ist noch jetzt ein unentbehrliches Hilfsmittel im chemischen Laboratorium. Zum zweiten Male entdeckt Kunkel den Phosphor, dessen Bereitung der erste Entdecker Brand in Hamburg geheimhielt, der ihn 1669 aus dem Urin erhalten hatte, als er daraus den Stein der Weisen zu gewinnen gedachte. Die neue Entdeckung bringt Kunkels „Oeffentliche Zuschrift vom Phosphoro mirabile“ zur allgemeinen Kenntnis. Dieser merkwürdige Stoff blieb lange eine Kuriosität, deren

*) Die ältere chemische Geschichte Berlins hat A. W. Hofmann in einem (hier mehrfach benutzten) akademischen Vortrag: Berliner Alchemisten und Chemiker, Berlin 1882, eingehend behandelt.

Digitized by Google

Anblicks sich nur Wenige zu erfreuen hatten. Noch 50 Jahre nach seiner Entdeckung wurde eine Unze mit 16 Dukaten bezahlt, wofür man heute 40 kg erhalten kann.

Phosphor

Der Phosphor wurde bis vor 20 Jahren nur in England und Frankreich fabriziert. 1892 führte die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron in Frankfurt a. M. die Phosphorfabrikation auf elektrothermischem Wege in Deutschland ein, das die grösste Zündholzproduktion besitzt und daher am meisten Phosphor verbraucht. Die heute verwendeten ungiftigen, sogenannten schwedischen Zündhölzer wurden von Chr. Böttger in Frankfurt a. M. im Jahre 1848 erfunden, der den kurz zuvor von A. Schrötter in Wien entdeckten roten Phosphor an Stelle des giftigen gelben in der Reibfläche verwendete. Da der deutsche Prophet aber in seinem Vaterlande nicht gehört wurde, wandte er sich nach Schweden, von wo zehn Jahre später seine Erfindung nach Deutschland zurückkehrte.

Die deutsche Produktion dieser Zündhölzer betrug im Jahre 1912 84 Milliarden Stück oder 1400 Millionen Schachteln, die ein Gewicht von 21 000 Tonnen repräsentieren, zu deren Beförderung ein Zug von 2100 Eisenbahnwagen erforderlich sein würde. Die wirtschaftliche Bedeutung dieser Industrie spricht sich in der Tatsache aus, dass dem Deutschen Reiche aus der Zündwarensteuer jährlich fast 20 Millionen Mark zufliessen.

Porzellan

Als an der Schwelle des 18. Jahrhunderts der Sohn des Grossen Kurfürsten den Kurhut mit der Königskrone vertauschte, wurden die Geldbedürfnisse des preussischen Staates begreiflich nicht geringer, und mit

Digitized by Google

Befriedigung hört der neue König von einem Adepten, der sich in der Spandauer Strasse mit Goldmachen beschäftigt. Der sechzehnjährige Gehilfe Johann Friedrich Böttcher, aus Schleiz gebürtig, hatte sich in Magdeburg mit Mathematik und Feuerwerkerei beschäftigt; seine Vorliebe für die Chemie veranlasste ihn, nach Berlin zu dem Apotheker Zorn in die Lehre zu gehen. Durch Talent und Fleiss ausgezeichnet, arbeitet er trotz des Verbots seines Lehrherrn ganze Nächte an alchemistischen Problemen und erbietet sich endlich, die Metallveredlung vor Zeugen auszuführen. Der aufsehenerregende Versuch gelingt, und das „tingierte Gold" wird alsbald dem Könige vorgelegt. Schon jedoch hat Böttcher Berlin verlassen und bei Wittenberg die sächsische Grenze überschritten. Aber die polnische Königskrone August II. verursacht nicht weniger Geldbedürfnisse als die preussische, und so wird der vermeintliche Goldvogel, ungeachtet, dass sich der Handel fast zu einem casus belli zwischen Sachsen und Preussen zuspitzt, auf Befehl des in Warschau befindlichen Kurfürsten in Dresden in Verwahrsam genommen, wo er zwar kein Gold macht, sich aber in Gemeinschaft mit dem Physiker von Tschirnhaus keramischen Experimenten hingibt und nach acht Jahren der Begründer der weltberühmten Meissner Porzellanfabrik wird.

So bedeutete die Flucht Böttchers doch einen Verlust für Preussen. Aber der Vorsprung wird bald eingeholt.

Zwar sind die ersten Versuche, Meissener Porzellan in Berlin zu machen, nicht befriedigend. Man ruft die Wissenschaft zu Hilfe, und im Auftrage Friedrichs des Grossen unternimmt es der Akademiker und Hofapotheker Johann Heinrich Pott, die Frage auf syn-

Digitized by Google

thetischem Wege zu lösen, indem er in 30000 einzelnen Versuchen alle möglichen keramischen Mischungen den verschiedensten Temperaturen aussetzt.

In seinem berühmten Werke: „Chymische Untersuchungen, welche fürnehmlich von der Lithogeognoseia handeln“, werden diese Versuche, die den Grund für die wissenschaftliche Erkenntnis des Verhaltens der Materie bei hohen Temperaturen gelegt haben, eingehend beschrieben. Sie gehören dem Friedensjahrzehnt vor dem siebenjährigen Kriege an.

Inzwischen hatte der Kaufmann Wilhelm Caspar Wegely den erfolglosen Versuch gemacht, mit Hilfe von Arbeitern, die das Meissener Geheimnis zuerst nach Höchst a. M. gebracht hatten, in Berlin eine Porzellanfabrik zu errichten. Besseren Erfolg hatte der Kaufmann Joh. Ernst Gotzkowski, der mit Hilfe eines Wegelyschen Arbeiters in dem in der Leipziger Strasse gelegenen Dorvilleschen Hause, wo noch heute die Niederlage der Berliner Manufaktur ihren Sitz hat, eine neue Fabrik errichtete. Aber die ungünstigen Zeiten zwangen ihn, im August 1763 seine Zahlungen einzustellen. Schon im nächsten Monat ging die Fabrik, die Gotzkowski Friedrich dem Grossen zum Kauf angeboten hatte, für den Preis von 225000 Talern in den Besitz des Königs über, dessen Interesse für die Porzellanfabrikation noch gewachsen war, da er während des Krieges mehrfach Gelegenheit hatte, die Konstruktion der Porzellanöfen in Meissen selbst zu studieren. Von dem ersten Besuch des Königs in der Berliner Fabrik am 11. September 1763 berichtet der Chronist Grieninger: „Niemals hat sich wohl ein Monarch gnädiger herabgelassen. Sein huldreicher Blick erstreckte sich über alles. Bei dem Brennofen sprach

Digitized by Google

er lange mit mir und zeichnete den Umriss von einem sächsischen Garofen in meine Schreibtafel."

Bald arbeitet die Fabrik mit 500 Arbeitern und fertigt gute Ware, die die Anerkennung des Königs findet: „Sieht Er, das ist schön", sagt er zum Direktor Grieninger, „und schöner als ichs zu Meissen gesehen habe; aber ich kanns nicht kaufen, ich habe kein Geld." Trotzdem ist Friedrich selbst der bedeutendste Abnehmer, obwohl für den anderweitigen Absatz alles mögliche getan wird. Die Kriegs- und Domänenkammern in den Provinzen mussten Niederlagen errichten; der Generallotterie wurde auferlegt, jährlich für 6000 Taler anzukaufen, und die Juden waren genötigt, eine gewisse Menge Porzellan gegen bare Zahlung zu entnehmen, eine Verpflichtung, die erst 1797 mit 40000 Talern abgelöst wurde. Auch unter den Nachfolgern des grossen Königs hat sich die Königliche Manufaktur besonderer Fürsorge zu erfreuen. Aus einem Immediatbericht vom Jahre 1793 geht hervor, dass sie eine der ersten industriellen Anstalten gewesen ist, die die Dampfmaschine einführte. Auch führt sie berühmte Namen unter ihren Mitarbeitern; im Jahre 1791 gehörte Alexander v. Humboldt und der Berliner Chemiker Klaproth der Farbenkommission an.

So ist die Königliche Porzellanmanufaktur, die später auf ein zwischen dem Tiergarten und der Spree gelegenes Gelände übersiedelte, durch ihre hervorragenden Leistungen für die Entwicklung des Kunstgewerbes in Preussen von vorbildlicher Bedeutung geworden. In den letzten Jahrzehnten ist unter staatlicher Beihilfe durch fortgesetzte Versuche die Technik des Porzellans auf allen Gebieten vervollkommnet worden. Ganz besonders aber haben die zu chemischen

Digitized by Google

Zwecken in den Laboratorien und in der Industrie verwendeten Porzellangegenstände, wie Tiegel, Schalen, Kessel, Röhren usw., durch ihre Temperaturbeständigkeit und ihre säurefeste Glasur eine Vollendung erfahren, die dem „Berliner Porzellan" einen Weltruf verschafft hat.

Das ganz persönliche hohe Interesse, das auch unser Kaiser dem keramischen Gewerbe in reichem Masse zuwendet, ist aus der Tatsache bekannt, dass er auf seinem Landgut Cadinen durch den Direktor der Berliner Porzellanmanufaktur A. Heinecke eine Majolikafabrik hat errichten lassen.

Die Zahl der Porzellan- und Steingutfabriken in Deutschland hat sich in den letzten 25 Jahren von 228 auf 359, die Anzahl der darin beschäftigten Arbeiter von 37 000 auf 66 000 vermehrt.

Berliner Blau

Wenn Potts keramische Arbeiten auf rein wissenschaftlicher Grundlage geschahen, so wurde um dieselbe Zeit eine wichtige Berliner Entdeckung ganz zufällig gemacht. Als der Farbenkünstler Diesbach eine eisenhaltige Cochenille-Abkochung mit einer Kalilauge fällen wollte, die zufällig durch eine stickstoffhaltige animalische Substanz, das sogenannte Dippelsche Knochenöl, verunreinigt war, erhielt er statt des roten Florentiner Lackes einen prachtvollen blauen Farbstoff, der später zu einer ausgedehnten Industrie geführt hat, in der neben den zyanhaltigen Rückständen der Leuchtgasfabrikation vornehmlich die alten Schuhe und Stiefel verarbeitet werden, die wir alljährlich ablegen. Dieser Farbstoff, das Berliner Blau, ein Zyanid von Kalium und Eisen, ist das Ausgangsmaterial für alle Zyanverbindungen ge-

Digitized by Google

worden; so des schön krystallisierenden Blutlaugensalzes wie der giftigen Blausäure, die noch jetzt in England und Frankreich den Namen Preussisches Kali und Preussische Säure führen. Welche Früchte hat diese Berliner Erfindung gezeitigt! Deutschlands Produktion

Zyansalze

von Zyansalzen, etwa die Hälfte der Weltproduktion, wird gegenwärtig auf 10000 Tonnen im Jahre geschätzt, im Werte von 13 Millionen Mark. Den grössten Teil daran hat das Natriumzyanid, zu dessen Bereitung metallisches Natrium verwendet wird, das man in Rheinfelden auf elektrolytischem Wege mit Hilfe der Wasserkraft des Rheins gewinnt. Dieser Industrie hat sich die Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt in Frankfurt a. M. angenommen, mit der der Name Rössler durch drei Generationen eng verknüpft ist. Anfangs der siebziger Jahre ist sie durch die Scheidung der alten preussischen Taler bekannt geworden, deren nicht unbedeutender Goldgehalt in früheren Zeiten nicht vollständig abgeschieden werden konnte. Von jenen Zyansalzen bleibt nur ein sehr geringer Teil im Inlande, der zu galvanischen Zwecken verwendet wird. Bei weitem der grösste Teil des Zyannatriums wird dagegen in die goldgesegneten Gefilde von Mexiko, Südafrika und Alaska gesandt, wo seit Anfang der neunziger Jahre die letzten Anteile des fein verteilten Goldes aus den verpochten Erzen durch eine verdünnte Zyanidlösung herausgewaschen werden. Von den 256000 kg

Goldextraktion

Gold, die im Jahre 1911 in den Transvaalminen gefördert wurden, sind 93000 kg durch diese Zyanidextraktion gewonnen worden, wofür etwa 6000 Tonnen Zyannatrium verbraucht wurden.

Unter den Chemikern des 18. Jahrhunderts steht Andreas Sigismund Marggraf an erster Stelle. Er

Digitized by Google

ist 1709 in Berlin geboren; ein Schüler Stahls, kehrt er nach sorgfältigen chemischen und pharmazeutischen Studien in Frankfurt a. M., Strassburg und Halle im Jahre 1737 nach Berlin zurück, wo er nach kurzer Zeit in die 1700, unter dem Einfluss der jungen geistvollen Königin Sophie Charlotte, von Leibniz gegründete Königliche Gesellschaft der Wissenschaften aufgenommen wird, die Friedrich der Grosse später in die Akademie der Wissenschaften und schönen Künste umwandelt.

Das akademische Laboratorium liegt in der heutigen Dorotheenstrasse, die damals den Namen „Letzte Strasse" führte, auf einem noch jetzt der Akademie gehörigen Grundstück. Hier ist der neue Akademiker in den Stand gesetzt, sich ausschliesslich der experimentellen Forschung zu widmen. Die wissenschaftliche Chemie verdankt Marggraf zahlreiche wichtige Entdeckungen, darunter eine bequemere Methode zur Gewinnung des Phosphors als die Brands und Kunkels, aber seine berühmten Untersuchungen über die Zusammensetzung der Pflanzen sind bestimmt, eine neue Weltindustrie ins Leben zu rufen. Es war die glückliche Friedenszeit nach dem zweiten Schlesischen Kriege. Der Sieger von Hohenfriedberg hatte den Dresdener Frieden geschlossen, und die ersehnte Friedenszeit lud ein zu schöpferischer Arbeit. Die Untersuchungen Marggrafs beschäftigen sich mit denjenigen Teilen verschiedener Pflanzen, die einen süssen Geschmack besitzen, und nach mannigfachen Studien findet er, „dass einige dieser Pflanzen nicht nur einen dem Zucker ähnlichen Stoff, sondern in der Tat wirklichen Zucker enthalten, der dem aus Zuckerrohr gewonnenen genau gleicht."

Digitized by Google

Rübenzucker

Dass auch der König dieser Entdeckung, die bald im In- und Auslande Aufsehen erregt, lebhaftes Interesse entgegenbringt, dass er alsbald die Möglichkeit erkennt, durch den Anbau der Runkelrübe, in deren Saft Marggraf den höchsten Zuckergehalt vorfindet, der vaterländischen Landwirtschaft Vorteil zu verschaffen, bedarf keiner Erwähnung. Diese Aufgabe zur Lösung zu bringen, war jedoch dem Schüler und Nachfolger Marggrafs Franz Karl Achard vorbehalten. Einer Huguenottenfamilie entstammend, 1753 in Berlin geboren, mit 23 Jahren Mitglied der Akademie, übernimmt er im Alter von 29 Jahren die Professur seines Lehrers und ist mit leidenschaftlichem Eifer bestrebt, dessen grosse Entdeckung in die Praxis überzuführen. Allein erst gegen Ende des Jahrhunderts, 50 Jahre nach Marggrafs Entdeckung des Rübenzuckers, sind seine landwirtschaftlichen Versuche so weit gediehen, dass er auf seinem Gute Caulsdorf bei Berlin die erste Zuckerernte aus heimischem Gewächs einbringt, und dass nunmehr einer industriellen Erzeugung von Zucker aus Runkelrüben kein Hindernis mehr im Wege zu stehen scheint, zumal ihm der junge König Friedrich Wilhelm III., der Begründer der Berliner Universität, durch Gewährung bedeutender Staatsmittel in den Stand setzt, auf dem Gute Cunern in Schlesien die erste Rübenzuckerfabrik zu errichten.

Wie bei jeder neuen Technik, waren auch hier, im Kampfe mit der Konkurrenz, die sich in England nicht scheute, Achards Charakter durch hohe Bestechungssummen auf die Probe zu stellen, grosse Schwierigkeiten zu überwinden. Sie wurden durch die napoleonischen Kriegswirren nicht vermindert. Da erschien eine Hilfe von unerwarteter Seite. Indem der in rücksichtsloser

Digitized by Google

Verblendung vom Cäsarenwahn ergriffene Imperator am 21. November 1806 von Berlin aus die Schliessung der Häfen des Festlandes gegen englische Waren dekretierte, verlieh er der kontinentalen Zuckererzeugung einen Impuls, der im Laufe weniger Jahrzehnte daraus eine der vornehmsten Einnahmequellen des Staates gemacht hat. *)

Im Jahre des Regierungsantritts Friedrich Wilhelms IV. wurde die neue Steuer zum erstenmal erhoben. In der Zuckerkampagne von 1840 wurden in 145 Fabriken 5 000 000 Zentner Rüben verarbeitet und über eine viertel Million Zentner Zucker gewonnen, die dem deutschen Zollverein einen Steuerbetrag von 120 000 Mark einbrachten. Die heutige Welternte beträgt rund 18 Millionen Tonnen, wovon nicht ganz die Hälfte auf Rübenzucker kommen. Davon entfallen 8 310 000 Tonnen auf Europa, woran Deutschland mit etwa einem Drittel beteiligt ist.**) Die staatswirtschaftliche Bedeutung der deutschen Rübenzuckerindustrie ergibt sich aus der Tatsache, dass die Zuckersteuer in dem Voranschlag der Reichseinnahmen für das Jahr 1913 mit einem Betrage von 157 600 000 Mark eingesetzt wurde, wodurch ein Zwölftel der gesamten Zoll- und Steuereinkünfte des Deutschen Reiches gedeckt wird.

*) Vergl. Du Bois-Reymond, E., Die Berliner französische Kolonie in der Akademie der Wissenschaften. Reden, Leipig 1912, 2, 313.

**) Die Zuckerernte der Welt für 1912/13 beläuft sich auf:

Rohrzucker	9 211 755 t
Rübenzucker in Europa	8 310 000 t
Rübenzucker in d. Ver. Staaten	624 064 t
Welternte	18 145 819 t

(Ztschr. ang. Chem. 1913, 26, 769.)

Digitized by Google

Künstliche Soda

Betreten wir das 19. Jahrhundert, so zieht die Fabrikation der künstlichen Soda alsbald unsere Aufmerksamkeit auf sich. Sie beginnt mit einer Tragödie. An Stelle der Algen, die der Sturm an die Küste treibt, hatte der französische Gelehrte Leblanc, der Leibarzt des Herzogs von Orleans, 1790 das von dem Ozean und den Steinsalzlagern in unbegrenzter Menge dargebotene Kochsalz benutzt, um die für die Seifenfabrikation vielbegehrte Soda zu gewinnen. Dieser Leblanc-Soda-Prozess bildet die Grundlage der chemischen Grossindustrie des vergangenen Jahrhunderts. Mit ihm entwickelt sich die Fabrikation der Schwefelsäure und Salpetersäure, die bei der Herstellung der Soda Verwendung finden; als Nebenprodukt entsteht die Salzsäure, die zu einer neuen Industrie des Chlors führt, das in Form von Chlorkalk als Bleichmittel die Welt erobert.

Die Französische Republik hat diesem Wohltäter der Menschheit schlecht gedankt. Nachdem das Haupt des Herzogs unter der Guillotine gefallen, wurde das Patent Leblancs durch Dekret des Wohlfahrtsausschusses vernichtet, das Verfahren veröffentlicht, die mit Unterstützung des Herzogs erbaute Fabrik geschlossen, das Inventar versteigert und der Erlös von 120000 Francs zum Besten der Nation konfisziert. Verarmt und gebrochen endet Leblanc am 16. Januar 1806 sein Leben mit eigener Hand auf den Trümmern des zerstörten Werkes.

In Frankreich wurden bald mehrere Fabriken errichtet. 1814 findet die künstliche Soda Eingang bei den englischen Seifenfabriken. Der Tonnenpreis beträgt 1818 noch 840 Mark. Er ist heute auf weniger als

Digitized by Google

den zehnten Teil gesunken. Während sich aber die neue Industrie in England, namentlich wegen des enormen Aufschwungs der Baumwollindustrie,*) rasch entwickelt, wird sie in Deutschland erst 20 Jahre später aufgenommen.

Als der Scharfsinn Justus Liebigs im Jahre 1840 in dem Werk über „die Anwendung der Chemie auf Agrikultur und Physiologie" der Landwirtschaft die Notwendigkeit offenbarte, dem Acker diejenigen Mineralstoffe wieder zuzuführen, die ihm die Ernte dauernd entzieht, war es die in den Knochen am leichtesten zugängliche Phosphorsäure, auf die der Landwirt sein Augenmerk zuerst richtete. Die Herstellung des künstlichen Phosphatdüngers**) aber erforderte die Fabrikation der Schwefelsäure, zu der sich bald die der Leblanc-Soda gesellte. Die erste deutsche Sodafabrik wird 1843 von Herrmann in Schönebeck bei Magdeburg gebaut. In Berlin errichtete Kunheim 1844 am Tempelhofer Feld die erste Schwefelsäurekammer, der alsbald die

*) Die ersten Baumwollkulturen wurden auf Veranlassung von Tench Coxe im südlichen Nordamerika im Jahre 1786 angelegt. 1791 wurden 2 Millionen engl. Pfund von dort exportiert, 1800 35 Millionen, 1830 350 Millionen, 1896 3190 Millionen. Die Baumwolle konnte nicht, wie das Leinengewebe auf dem Rasen gebleicht werden, sondern bedurfte der Behandlung mit Schwefelsäure, Soda und Chlor. Vgl. A. Binz, Ursprung und Entwicklung der chemischen Industrie. Berlin, 1910.

**) Der Weltverbrauch an Phosphatdünger belief sich im Jahre 1906 auf 8 026 430 t Superphosphat, 2 120 980 t Thomasmehl, 327 610 t Phosphoritmehl. Zusammen 10 474 980 t entsprechend 1 624 950 t Phosphorsäure. Vgl. W. v. Schneider, Mineralische Düngemittel und Ernteerträge. Riga, 1909.

Digitized by Google

Leblanc-Soda-Fabrikation und der Deacon-Chlorprozess folgt.

Kaliindustrie

Aber Liebigs wissenschaftliche Mahnung ruft noch eine andere Industrie hervor, die für die deutsche Volkswohlfahrt eine ausserordentliche Bedeutung gewonnen hat. Deutschland ist das einzige Land der Erde, das über einen unermesslichen Reichtum an Kalisalzen verfügt, die für den Pflanzenwuchs ebenso wichtig sind wie die Phosphorsäure. Die bei der Salzgewinnung zuerst lästigen, heute überaus wertvollen sogenannten Abraumsalze, die an manchen Stellen die obere Schicht der ungeheuren Salzlager Mitteldeutschlands bilden, wurden 1857 bei Gelegenheit von Bohrungen auf Steinsalz in Stassfurt entdeckt. Die Berliner Professoren Rose und Rammelsberg stellen den hohen Kaligehalt dieser Salze fest, und 1861 begründeten Herrmann Grüneberg und Adolf Frank die Stassfurter Kaliindustrie, die sich von der Magdeburger Gegend bald nach Thüringen, Braunschweig und Meckelnburg ausdehnt, heute die ganze Welt mit Kalidünger versorgt und auf die Entwicklung der deutschen Landwirtschaft einen enormen Einfluss ausgeübt hat.*) Die Kalisalzförderung**) begann im Jahre 1861 mit 2000 Tonnen und beträgt heute an reinem Kali über 1 Million Tonnen im Werte von 177 Millionen Mark.***) Hiervon werden 90 Prozent zu Düngezwecken verwendet, wovon mehr als die Hälfte in Deutschland verbleibt; zehn Prozent

*) A. Frank, Anfang und Entwicklung des Kalibergbaues und der Kaliindustrie. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses. 1902, 81, 233.

**) Chem. Ind. 1913, 36, Protokoll der Hauptvers. 65.

***) Die Förderung an Kalirohsalzen betrug 1912 11 Millionen Tonnen. Ebenda 1913, 705.

Digitized by Google

gehen in die Industrie, wovon etwa zwei Drittel im Inlande verarbeitet werden, insbesondere zu Pottasche und Aetzkali, Kalisalpeter, Alaun, chromsaurem und chlorsaurem Kalium und einer Reihe anderer Kalisalze.

In dieselbe Zeit fällt die Begründung einer Industrie, die ihre mächtigste Entwicklung ebenfalls in Deutschland gefunden hat, und deren Produkte heute zur Verschönerung des Daseins aller Völker der Erde beitragen. War aber jene anorganische Grossindustrie der Mineralsäuren, der Soda und des Kalis auf empirischem Boden gewachsen, so setzte die neue Industrie der Teerfarben eine rein wissenschaftliche Basis voraus, da sie der ungleich verwickelteren organischen Chemie angehört. Der Ausgangspunkt dieser merkwürdigen, für die deutsche Volkswirtschaft so bedeutungsvoll gewordenen Industrie ist das Anilin.

Teerfarben-industrie

In dem kleinen, jetzt als Gärtnerhaus benutzten, Laboratorium der ehemals Sellschen Teerdistallation und späteren Oehlerschen Farbenfabrik in Offenbach hatte im Jahre 1842 A. W. Hofmann, damals Liebigs Assistent in Giessen, aus 1200 Pfund destillierten Steinkohlenteers, des früher lästigen Abfallproduktes der Leuchtgasfabrikation, 2 Pfund eines basischen Oeles extrahiert, das er bald mit dem 1826 von dem Chemiker Unverdorben*) aus dem Indigo, dem arabischen „Anil", erhaltenen Kyanol identifiziert und „Anilin" genannt hatte.**)

Anilin

---

*) O. Unverdorben, geb. 1806, lebte auf einem Landgut in Dahme bei Berlin.

**) Vergl. B. Lepsius. Aug. Wilh. von Hofmann. Allgem. deutsche Biographie. Leipzig 1905.

Digitized by Google

Zwei Jahre danach weist er im Steinkohlenteer das reichliche Vorkommen des früher nur aus der Benzoesäure erhaltenen Benzols durch dessen Ueberführung in Nitrobenzol und Anilin nach, und nun beginnen die epochemachenden Untersuchungen über die Derivate dieses verwandlungsfähigen Körpers.

Durch die Vermittlung der Königin von England wird Hofmann 1845 an das Royal College of Chemistry nach London berufen, wo er in der Mitte der fünfziger Jahre die wissenschaftliche Grundlage der Farbenchemie legt, die die Welt mit einer nie geahnten märchenhaften Farbenpracht beschenken sollte. Nach zwanzigjährigem Aufenthalt in England verlässt er seine glänzende Londoner Stellung, um dem „Lockruf nach dem Hochlande einer deutschen Universität" nach Bonn und kurz darauf nach Berlin zu folgen.

Laboratorien

Inzwischen hatten sich die deutschen Verhältnisse wesentlich geändert. Nach dem Vorbilde Liebigs in Giessen und Wöhlers in Göttingen waren die Hochschulen mit Laboratorien ausgestattet worden, die der Industrie bald ein Heer mit dem Rüstzeug wissenschaftlicher Forschung ausgestatteter Chemiker zur Verfügung stellen konnten, die darauf brannten, ihre Kenntnisse und Erfahrungen in die Praxis zu übertragen. Die deutsche Maschinentechnik hatte sich durch die aufstrebende Entwicklung des Eisenbahn- und Lokomotivbaus gehoben, und schon hatte Werner Siemens den Grund gelegt für die technische und chemische Ausnutzung der elektrischen Kraft.

Einfluss der Gründung des Deutschen Reichs

Aber erst die Begründung des Deutschen Reiches unter des grossen Kaisers glorreicher Regierung schuf für den Aufbau einer deutschen Weltindustrie die

Digitized by Google

äusseren Bedingungen in der Einheit der deutschen Lande, in einer gesicherten, auf fortschreitendem Wohlstande begründeten Finanzwirtschaft und in der weisen Gesetzgebung seines Kanzlers, dessen erste Sorge es war, die nationale Arbeit zu schützen und durch Stetigkeit der Handelsbeziehungen zum Auslande der deutschen Industrie einen festen Boden zu schaffen. Die allmähliche Verstaatlichung der Eisenbahnen schafft nach Aufhebung 26 verschiedener Tarife eine erspriessliche Verkehrspolitik und einen einheitlichen Reichseisenbahntarif, der die sichere Kalkulation für den Ein- und Verkauf der Waren ermöglicht. An die Stelle des bis dahin sorgfältig gewahrten Fabrikgeheimnisses, das durch die Wiederholung vieler kostspieliger Erfahrungen und Entdeckungen zu einer unnützen Vergeudung der Kräfte führt, tritt mit der Einführung des deutschen Patentgesetzes der Schutz des gewerblichen Eigentums und die Veröffentlichung der wichtigsten Erfindungen, die die Industrie mit neuen Ideen befruchtet. Ein gründliches Vorprüfungs- und Einspruchsverfahren verleiht den deutschen Patenten ein grösseres Ansehen vor denen des Auslandes und führt vermöge der durch dieses Verfahren bewirkten sorgfältigen Ausarbeitung der Schriftstücke zu einer chemischen Patentliteratur, wie sie an Umfang und wissenschaftlicher Bedeutung kein anderes Land aufzuweisen hat. Das grosse Handbuch von Adolf Winther,*) in dem die seit dem Erlass dieses Gesetzes bis 1905 erteilten organisch chemischen Patente systematisch kodifiziert sind, enthält die Beschreibung von mehr als 6000 in Deutschland geschützter

Patentgesetz

---

*) Ad. Winther, Zusammenstellung der Patente a. d. Gebiete der organischen Chemie. 1877 bis 1905. 3 Bde. Giessen 1908—1910.

Digitized by Google

Verfahren zur Herstellung technisch wichtiger organischer Verbindungen. In derselben Zeit wurden in England und Frankreich je etwa 4000 und in Amerika etwa 2500 organisch chemische Patente erteilt, von denen jedoch die meisten wiederum von deutschen Erfindern genommen wurden. Die Deutschland betreffende Zahl hat sich seitdem weiter um 3300 erhöht.

Chemische Gesellschaften

Die Vertreter von Wissenschaft und Industrie vereinigten sich zu Verbänden, um gemeinsame Interessen zu verfolgen und zu schützen. Die wissenschaftliche Chemie hatte in der von A. W. Hofmann im Jahre 1867 in Berlin ins Leben gerufenen Deutschen Chemischen Gesellschaft ihren Sammelpunkt gefunden. Die industrielle Chemie organisierte sich 1877 in dem Verein zur Wahrung der Interessen der Chemischen Industrie Deutschlands, während es sich zehn Jahre später der Verein Deutscher Chemiker zur Aufgabe machte, die Interessen der angestellten Fachgenossen zu vertreten. In den 25 Jahren seines Bestehens hat er die Zahl von 5000 Mitgliedern erreicht. Endlich wurde 1894 die Deutsche Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie ins Leben gerufen, die die Interessen dieser auch wirtschaftlich zu grosser Bedeutung gelangten Grenzwissenschaft vertritt.

Aus den kleinen Verhältnissen der sechziger Jahre, in denen die meisten der chemischen Unternehmungen gegründet wurden, deren Grösse wir heute bewundern, konnte sich unter diesen günstigen Auspizien die chemische Industrie in den beiden ersten Jahrzehnten des neuen Deutschen Reiches allmählich, aber stetig entwickeln. Charakteristisch für diese Zeit ist das Emporblühen der Teerfarbenindustrie, wodurch gleichzeitig die

Digitized by Google

Säure- und Sodafabrikation, die man mit Einschluss ihrer zahlreichen anorganischen Nebenprodukte als „chemische Grossindustrie“ zu bezeichnen pflegt, einen mächtigen Impuls erhielt. Aber trotz dieser inneren Erstarkung war eine Abhängigkeit vom Auslande, namentlich von England, nicht zu verkennen, die besonders in einigen Hauptbedarfsartikeln, wie Soda, Aetzkali, Chlorkalk, ferner in den Ausgangsmaterialien für die Farbstoffindustrie, den Teerprodukten, wie Benzol, Toluol, Phenol, Naphthalin und Anthrazen, für die weitere Entwicklung in hohem Masse hemmend und störend wirkte.

Abhängigkeit vom Auslande

Die fortschreitende zielbewusste Befreiung vom Auslande, die rastlose Entwicklung auf selbständiger wissenschaftlicher und finanzieller Basis und die Aufnahme grosser Kulturprobleme sind gegenüber jener Epoche die Kennzeichen der deutschen chemischen Industrie in dem zuletzt verflossenen Vierteljahrhundert. Es wird unsere Aufgabe sein, in die mächtige Entwicklung, die die chemische Industrie unter dem Schirme der Friedensregierung unseres Kaisers und Königs zum Wohle des deutschen Volkes genommen, einen Einblick zu geben; freilich nur in einzelnen Bildern, denn die Fülle der Erscheinungen gebietet weitgehende Beschränkung.

* * *

Soda-industrie

In der Soda-Industrie war vor 25 Jahren bereits eine wesentliche Veränderung vor sich gegangen. Im Laufe von fast einem Jahrhundert war der Leblanc-Soda-Prozess gründlich durchgearbeitet worden, alle Nebenprodukte wurden in sinnreicher Weise verwertet, namentlich in England waren grosse Kapitalien in dieser in sich geschlossenen Industrie angelegt worden, so dass

Digitized by Google

man glauben konnte, niemand könne ihm seinen Weltbesitz streitig machen.

Da gründete der Belgier Ernest Solvay*) auf die Unlöslichkeit des Natriumbicarbonats in Salmiaklösung das nach ihm benannte Ammoniaksodaverfahren, das in der zweiten Hälfte der siebziger und anfangs der achtziger Jahre in raschem Siegeslauf gegen den Leblanc-Prozess zu Felde zog, um ihm bedeutende Gebiete des Weltmarktes zu entreissen.

Solvay-Prozess

Der unter grossen technischen Schwierigkeiten durchgeführte Solvay-Prozess konnte billiger arbeiten, da das an Stelle von Schwefelsäure zur Umsetzung des Kochsalzes verwendete Ammoniak durch einen Kreisprozess immer wiedergewonnen wurde; er verlief ferner bei niedrigen Temperaturen und verbrauchte deshalb nur die Hälfte der Kohlen; auch ging er nicht von festem Steinsalz aus, sondern von einer Kochsalzlösung, die an vielen Orten direkt aus der Erde gepumpt werden kann und daher viel wohlfeiler ist, als das im Bergbau oder in der Saline gewonnene Salz.

Allerdings hatte das neue Verfahren einen unverbesserlichen Fehler: es konnte aus dem Chlornatrium nur das Natrium verwerten, nicht aber das Chlor, das in Form von Chlorkalziumlösung ein unverwendbares Nebenprodukt bildete. Diesem Umstande verdankte der

*) Die erste Ammoniaksoda-Fabrik baute Solvay vor 50 Jahren (1863) in Couillet bei Brüssel mit einem Kapital von 136 000 Fr. Gegenwärtig werden von der Gesellschaft Solvay & Cie. und ihren zahlreichen Schwester- und Tochtergesellschaften in Belgien, Deutschland, England, Frankreich, Italien, Spanien, Oesterreich-Ungarn, Russland und Nordamerika 35 000 Arbeiter und Beamte beschäftigt. Während der letzten 50 Jahre fiel der Sodapreis von 320 M. auf 80 M.

Digitized by Google

Leblanc-Prozess die Möglichkeit, immerhin noch insoweit am Leben zu bleiben, wie die Chlorprodukte auf dem Weltmarkt gebraucht wurden.

Ein zweiter Vorteil für den Leblanc-Prozess bestand darin, dass der Solvay-Prozess wohl Soda, aber keine Pottasche herstellen konnte, weil zwar das Natrium-, aber nicht das Kaliumbicarbonat in Salmiaklösung unlöslich ist. So kam es, dass England nicht nur den Markt in Chlorkalk, sondern auch in Pottasche nach wie vor beherrschte, ebenso wie in dem daraus gewinnbaren Aetzkali, das für die Seifenfabrikation unentbehrlich ist.

Elektrolyse der Chloralkalien

Aber auch diese letzten Positionen sollten ihm verloren gehen, als vor 25 Jahren die Chemische Fabrik Griesheim in Frankfurt am Main das Problem aufnahm, Chlorkalium auf elektrolytischem Wege zu scheiden in Aetzkali und Chlor.*)

Seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts hatte dieses Problem die Chemiker beschäftigt. Dass sich in einer Kochsalzlösung am positiven Pol eines galvanischen Stromes Chlor entwickelt, hatte 1801 der Professor der Berliner Bauakademie P. L. Simon zuerst beobachtet. Aber von dieser Entdeckung bis zur technischen Elektrolyse war ein weiter Weg zurückzulegen. Ein Vierteljahrhundert verging, bis das Faradaysche Gesetz die qualitativen Beobachtungen quantitativ zu beherrschen, und ein zweites Vierteljahrhundert, bis Robert Meyer und Hermann Helmholtz in dem Gesetz der Konstanz und Aequivalenz der Kräfte die Umwandlungen zwischen thermischer, elektrischer und

*) Vgl. B. Lepsius, Die Elektrolyse in der Chemischen Grossindustrie, Ber. d. d. chem. Ges. 1909, 42. 2892.

Digitized by Google

chemischer Energie messend verfolgen und technisch verwenden lehrten.

Mit der Entdeckung des elektrodynamischen Prinzips durch Werner Siemens im Jahre 1866 und dem Bau der ersten Dynamomaschine für die galvanoplastische Anstalt von Grohe in Berlin beginnt eine elektrochemische Industrie. Aber im Jahre 1888 gab es noch Autoritäten, wie den Chefchemiker der United Alkali Cie. in Manchester Dr. Hurter, die die Verwendung der Elektrolyse in der Sodaindustrie wegen ungünstiger Energieausnutzung für ein „chimärisches Unternehmen" hielten. Dem Direktor der Chemischen Fabrik Griesheim, J. Stroof, gelang nach mehrjährigen Versuchen die praktische Lösung dieses wichtigen Problems durch die Anwendung eines sowohl gegen Alkali wie gegen Chlor beständigen Zement-Diaphragmas. Die 1891 auf der Frankfurter Elektrizitäts-Ausstellung vorgeführten Erstlingsprodukte dieses Verfahrens kündigten eine neue Epoche der Alkali- und Chlorindustrie an.

Die unausbleibliche Folge war, dass der Leblanc-Prozess den Chlormarkt verlor und in England wie auf dem Kontinent im Laufe weniger Jahre fast von der Bildfläche verschwand. Die Leblanc-Soda-Fabrikation, die im Jahre 1894 noch fast 600000 Tonnen betrug, sank bis 1908 auf 50000 Tonnen oder den zwölften Teil herab. Am meisten wurde davon natürlich die englische Alkaliindustrie betroffen, während das salz- und kalireiche Deutschland, wo sich inzwischen auch das Ammoniakverfahren ausgebreitet hatte, von der englischen Vorherrschaft in Soda, Aetzkali und Chlor endgültig befreit wurde. Deutschland, das 1890 noch 7000 Tonnen Chlorkalk vom Auslande erhielt, hat zehn

Chlorkalk, Aetzkali

Digitized by Google

Jahre später eine Ausfuhr von 30000 Tonnen, und die Bilanz in Aetzkali, die noch im Jahre 1895 negativ ist, weist 1904 eine Ausfuhr von 25000 Tonnen auf.

Die Weltproduktion an Chlorkalk wird gegenwärtig auf 300000 Tonnen geschätzt; die Hälfte davon wird auf elektrolytischem Wege gewonnen, den inzwischen ausser dem Griesheimer Diaphragmenverfahren auch noch andere, wie das Aussiger „Glockenverfahren" und das „Quecksilberverfahren" von Kastner-Kellner-Solvay, eingeschlagen haben.

Da die Sodafabrikation mit fast allen anderen chemischen Industrien in engem Zusammenhange steht, so lässt sich vielleicht an keinem Beispiel der Aufschwung der gesamten chemischen Industrie während der letzten 25 Jahre so augenfällig dartun wie an der Sodaproduktion, die sich im Laufe dieser Zeit mehr als verdreifacht und gegenwärtig die Höhe von 3 Millionen Tonnen erreicht hat.

Organische Chlorverbindungen

Der niedrige Preis des elektrolytischen Chlors, der seit Einführung des neuen Verfahrens fast auf die Hälfte gesunken ist, hat zu vielen neuen Verwendungen geführt, die um die Wende des Jahrhunderts von der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron alsbald aufgenommen wurden. In der Industrie der chemischen Präparate findet es Verwendung bei der Herstellung von Chloroform und Chloral. Eine wichtige Anwendung findet der unverbrennliche Chlorkohlenstoff als Lösungsmittel in den chemischen Wäschereien und Fettextraktionen an Stelle des gefährlichen Benzins, wodurch die Benzinexplosionen aus der Welt geschafft werden, die in diesen Anstalten an der Tagesordnung waren.

Digitized by Google

Eine grosse Bedeutung hat das bis dahin in der Industrie unbekannte Chlorbenzol gefunden, das zum Ausgangspunkt einer grossen Zahl von Zwischenprodukten für die Farbenindustrie geworden ist,*) wie auch die Chloressigsäure, die bei der Bereitung des künstlichen Indigos eine wichtige Rolle spielt.

Flüssiges Chlor

Aber auch die anorganische Industrie hat sich die Vorteile des elektrolytischen Chlors nicht entgehen lassen, zumal ihr dieser reaktionsfähige Stoff jetzt in sehr bequemer Weise, nämlich in flüssigem Zustande in Kesselwagen von 5000 kg Nettogewicht, zur Verfügung gestellt wird. Den grössten Verbrauch an flüssigem Chlor hat gegenwärtig die Aufarbeitung eines Abfallproduktes, das noch vor 25 Jahren kaum beachtet wurde. Die bekanntlich aus verzinntem Eisen bestehenden Weissblechabfälle werden nach einem Verfahren der Firma Th. Goldschmidt in Essen durch Chlor entzinnt. Diese Abfälle, die hauptsächlich aus alten Konservenbüchsen bestehen, werden in der ganzen Welt gesammelt, unter starker Pressung auf einen kleinen Raum zusammengedrückt und in geschlossenen Gefässen mit Chlor behandelt, das zum Zinn eine grössere Verwandtschaft besitzt als zum Eisen. Dabei entsteht

Zinnwiedergewinnung

*) Beim Nitrieren von Chlorbenzol erhält man Ortho- und Paranitrochlorbenzol, durch weiteres Nitriren des letzteren ein Dinitrochlorbenzol, das für die Herstellung von schwefelhaltigen Farbstoffen von Bedeutung ist. Das in diesen Verbindungen sehr bewegliche Chlor lässt sich durch Hydroxyl- oder Aminogruppen ersetzen, wodurch Nitrophenole und Nitramine erhalten werden. In ähnlicher Weise lassen sich Nitranisole und Nitrophenetole erhalten. Durch Reduktion aller dieser Produkte entstehen endlich mannigfaltige und wertvolle Anilinderivate usf. Vgl. B. Lepsius. l. c.

Digitized by Google

das wertvolle Zinnchlorid, das in grossen Mengen in der Textilindustrie zum Beschweren der Seide benutzt wird, während das zurückbleibende Eisen in die Hochöfen zurückkehrt. Bei der starken Entwicklung der Nahrungsmittelkonservierung hat diese Abfallindustrie grosse Dimensionen angenommen. Es werden jährlich etwa 20 000 Tonnen Weissblechabfälle verarbeitet, und die gewonnenen Produkte repräsentieren einen Wert von 24 Millionen Mark. Ein schönes Beispiel, dass die moderne chemische Industrie nichts umkommen lässt.

Neben dem Chlor entsteht bei der Alkalielektrolyse noch ein zweites gasförmiges Produkt, der Wasserstoff, ausgezeichnet durch seine Brennbarkeit und sein geringes Volumgewicht. Aber ein Jahrzehnt hat man ihn ungenutzt in die Atmosphäre entweichen lassen. Erst als der kühne Reitergeneral Graf Zeppelin das Luftmeer zum Tummelplatz seines Genius machte und im Bunde mit den von der Automobilindustrie geschaffenen, fast in jedem Kilo die Kraft eines Pferdes bergenden Motoren aus dem Wasserstoffballon Blanchards den steuerbaren Luftkreuzer schuf, fand dieses leichteste aller Gase seine prädestinierte Verwendung. Es war ein glücklicher Zufall, dass die technische Elektrolyse den neuen Lenkballons, die gegenwärtig einen Rauminhalt von 27 000 cbm erreicht haben, sofort beliebige Mengen dieses Gases zur Verfügung stellen konnte.

Wasserstoff

Luftschiffahrt

Die Produktion dieser neuen Industrie beträgt mehrere Millionen Kubikmeter im Jahre. Allerdings hat es der Ueberwindung erheblicher Schwierigkeiten bedurft, diesen leichten Stoff, von dem der Kubikmeter nur $^1/_{10}$ kg wiegt, auf grössere Entfernungen zu versenden. Aber die nach dem bewundernswürdigen Mannesmann-Verfahren hergestellten nahtlosen

Digitized by Google

S t a h l f l a s c h e n, in die man das Gas mit einem Druck von 150 Atmosphären hineinpresst, kamen diesem Bedürfnis entgegen. Zu grösseren Transporten werden 500 Flaschen, die 2750 cbm Gas aufnehmen, auf Eisenbahnwagen montiert; zur Füllung von einem Zeppelinballon sind jedoch nicht weniger als acht solcher Wagen erforderlich. Man hat daher die Ballonplätze und Luftschiffhallen in der Nähe elektrolytischer Anlagen errichtet; andererseits aber sind inzwischen andere Wasserstoffverfahren aufgekommen, die zwar teureren Wasserstoff liefern, aber unabhängig von dem Orte dieser Anlagen sind, was insbesondere für den Kriegsfall von Bedeutung ist.

Fetthärtung

Der Luftschiffahrt sind bald andere Anwendungsgebiete des Wasserstoffs gefolgt. Seine stark reduzierende Kraft, namentlich in Gegenwart fein verteilter Metalle, wie Nickel und Palladium, benutzt die Technik, um flüssige Fette, wie Fischtrane und Pflanzenöle, in feste Fette zu verwandeln, die, zum Ersatz der Butter und zur Kerzenfabrikation geeignet, einen höheren Wert besitzen. Obwohl diese Fetthärtung eine ganz junge Industrie ist, setzt sie bereits sehr beträchtliche Werte um.

Schweissen u. Schneiden mit Wasserstoff

In ausgedehntem Masse bedient sich neuerdings die Eisenindustrie des komprimierten Wasserstoffs. Die Entwicklung einer hohen Verbrennungstemperatur bei seiner Vereinigung mit Sauerstoff hat zu einem a u t o g e n e n S c h w e i s s v e r f a h r e n geführt, das besonders dünnwandige Eisenbleche ohne Zuhilfenahme anderer Metalle zusammenzulöten gestattet, ein Verfahren, das in der Fahrrad- und Automobilindustrie und überhaupt in der Kleineisenindustrie ausgedehnte Verwendung findet.

Digitized by Google

Aber auch die Schwerindustrie benutzt den Wasserstoff unter Zuführung überschüssigen Sauerstoffs als unentbehrliches Werkzeug, wenngleich nicht zum Verbinden, sondern zum Trennen von Eisenteilen. Hierbei ist man nicht auf dünne Wandstärken beschränkt, vielmehr gelingt es, 40 cm dicke Panzerplatten exakt, wie mit einer Säge, zu zerschneiden. Unter bedeutender Ersparung von Zeit und Geld findet dieses Schneidverfahren beim Zurichten von eisernen Trägern, von Eisenkonstruktionen, beim Hochbau, Maschinen-, Brücken- und Schiffbau die mannigfachste Anwendung.*)

Metallfadenlampe

Von anderen Verwendungen des komprimierten Wasserstoffs mag noch die Reduktion seltener Metalle, wie Osmium, Wolfram und Tantal, in der Industrie der Metallfadenlampen erwähnt werden, von denen in Deutschland jetzt täglich mehrere 100 000 Stück angefertigt werden.**)

Künstliche Edelsteine

Von besonderem Interesse aber ist seine Anwendung zur Erzeugung synthetischer Edelsteine. Das von Frankreich stammende Verfahren wurde in Deutschland von H. Wild und A. Miethe aufgenommen und wird gegenwärtig von den Elektrochemischen Werken in Bitter-

*) Beide Verfahren wurden zu Anfang dieses Jahrhunderts von der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron in die Technik eingeführt.

**) In Deutschland wurden hergestellt:

	1911	1912
Metallfadenglühlampen	47 211 892 Stück	76 185 721 Stück
Kohlenfadenglühlampen	24 791 196 „	20 975 348 „
Glühkörper für Gaslampen	126 050 954 „	135 320 173 „
Brennstifte für Bogenlampen	10 740 025 kg	11 093 154 kg

Die hieraus schöpfende Leuchtmittelsteuer für das Deutsche Reich ergab für das Jahr 1912 16 150 348 M. (Chem. Ind. 1913. 36. 669.)

feld ausgeübt. Staubförmige, reinste Tonerde gestaltet sich im Gebläse der Knallgasflamme zu denselben lichtbrechenden, krystallklaren Schmucksteinen, wie sie die Natur nicht schöner liefern kann. Die taubenblutfarbenen Rubine von Birma und Ceylon, die kornblumenblauen Saphire von Kaschmir, die farblosen Leukosaphire, der orientalische Amethyst, der hyazinthrote Alexandrit: alle diese Geheimnisse sind der Natur entlockt worden. Schon werden ca. 6 Millionen Karat dieser synthetischen Edelsteine mit allen Eigenschaften der natürlichen fabriziert, die mit 2—8 Mark pro Karat (= 1/5 g) verkauft werden. Und doch werden die Steine natürlicher Herkunft von Liebhabern noch mit dem fünfhundertfachen Preise bezahlt.*)

Elektro-thermische Prozesse

In einer Zeit, die der Elektrizität soviel Wandlungen des täglichen Lebens verdankt, ist es nicht wunderbar, dass sich die chemische Industrie auch noch anderer Seiten dieser proteusartigen Kraft bedient. Während bei der Elektrolyse die Verwandlung der elektrischen in chemische Energie zu Prozessen verwendet wird, die nicht bei besonders hohen Temperaturen verlaufen, hat man bei anderen die Fähigkeit des elektrischen Stromes benutzt, bei der Ueberwindung von Widerständen grosse thermische Energien zu erzeugen und Temperaturen herbeizuführen, die ohne aussergewöhnliche Kosten sonst nicht zu erreichen waren.

Zu diesen hohen Temperaturen hat man seine Zuflucht genommen, um Elemente zur Reaktion zu bringen,

*) Vgl. Synthetische Edelsteine, als Manuskript gedruckt von der Deutschen Edelstein-Gesellschaft, Idar 1911.

Digitized by Google

die bei niedrigen Wärmegraden nicht reagieren. Dazu gehören der Kohlenstoff und der Stickstoff. Erhitzt man ein Gemisch von Kalk und Kohle im elektrischen Widerstandsofen, so verbindet sich das Kalzium mit dem Kohlenstoff zu Kalziumkarbid, das bei diesem Prozess eine grosse Energiemenge aufnimmt, die es, mit Wasser in Azetylen verwandelt, wieder abgibt, wenn wir dessen helleuchtende Flamme zu Beleuchtungszwecken verwenden. Die Karbid- und Azetylenindustrie hat in den letzten 25 Jahren ausserordentliche Dimensionen angenommen. **Kalziumkarbid**

Von weit grösserer wirtschaftlicher Bedeutung ist das Problem der elektrothermischen Bindung des Stickstoffs geworden, weil seine Verbindungen in direkter Beziehung stehen zur Ernährung der Völker. **Stickstoffbindung**

Um die Bedeutung dieser Frage zu würdigen, sei es gestattet, ihr etwas näher zu treten.

Es ist bekannt, dass der zur Bildung der Eiweissstoffe nötige gebundene Stickstoff zu den wichtigsten Bestandteilen der Pflanzennahrung gehört und ebenso wie Phosphorsäure und Kali dem Acker zugeführt werden muss, wenn er auf die Dauer Früchte tragen soll. Daraus erklärt sich der steigende Bedarf der Kulturländer an gebundenem, für die Pflanzen assimilierbarem Stickstoff. Liebigs Rat folgend, begann man in den fünfziger Jahren zu diesem Zwecke den Chilesalpeter **Chilesalpeter** zu verwenden, der neben dem Guano die Bedürfnisse der Landwirtschaft an künstlichem Stickstoffdünger lange Zeit fast ausschliesslich befriedigt hat. Im Jahre 1859 betrug die gesamte chilenische Ausfuhr nur 75 000 Tonnen. Sie stieg bis zum Jahre 1900 auf das Zehnfache und beträgt gegenwärtig $2^1/_2$ Millionen Tonnen, wo-

3*

Digitized by Google

von der vierte Teil auf Amerika und drei Viertel auf Europa entfallen.*)

Ammoniak

Im Hinblick auf diesen Auslandstribut hat man in den letzten Jahrzehnten nach anderem assimilierbaren Stickstoff gesucht und fand eine ergiebige Quelle in den Steinkohlen, die einen Gehalt von 1—2 % gebundenem Stickstoff aufweisen, der aus Eiweissstoffen früherer Pflanzen stammt. Leider geht dieser kostbare Stoff bei allen offenen Feuerungen verloren, und auch beim Destillieren der Steinkohlen in den Gasanstalten und neuerdings in den Kokereien vermag man kaum den vierten Teil dieses Prozentgehaltes in Form von Ammoniak zu gewinnen. Auch sind keineswegs alle Kokereien auf die Ammoniakgewinnung eingerichtet.

Statt der bei einer gegenwärtigen Jahresförderung von 150 Millionen Tonnen Steinkohlen berechneten Stickstoffmenge von 2¼ Millionen Tonnen gewann man daher

*) Die Untersuchung der Salpeterlager in Chile hat ergeben, dass noch 220 Millionen Tonnen gewonnen werden können.

Die deutsche Landwirtschaft verbrauchte in 1000 t:

Düngemittel	1912	1888	Futtermittel	1912	1888
Chilisalpeter	650[1]	225	Kleie	6 000	2 250
Schwefels. Ammon.	500	50	Oelkuchen	1 500	450
Superphosphat	1 800	250	Abfälle von Mühlen	800	200
Thomasmehl	2 200	250	Brauereien u. Brennereien	650	
Kalisalze, rohe	3 000	160			
Düngekalk	800	500	Zucker- u. Stärkef.	800	
andere Düngemittel	500		Futtergetreide	14 000	6 200
Zusammen	9 450	1 435	Zusammen	23 250	9 100
i. W. v. Millionen M.	600	—	i. W. v. Millionen M.	2 500	—
—	—	—	hiervon v. Ausland bezogen	ca. 30%	ca. 20%

[1]) Deutsche Gesamteinfuhr: 800 000 t; hiervon gingen 150 000 t an die Industrie zur Fabrikation von Kalisalpeter und Salpetersäure. Vergl. Waage, Chem. Ztg. 1913, 1570.

Digitized by Google

in Deutschland im Jahre 1911 nur 75000 Tonnen oder den dreissigsten Teil des in den geförderten Kohlen vorhandenen Stickstoffes.

Noch 1874 waren die Gasanstalten genötigt, das ammoniakhaltige Gaswasser in Ermangelung guter Aufbereitungsverfahren fortlaufen zu lassen. Erst Ende der siebziger Jahre beginnt die Verwendung des schwefelsauren Ammoniaks in der Landwirtschaft. Die Einführung geschah nicht ohne Kampf, denn erst allmählich erkannte man, dass der Salpeter zwar den Vorteil einer schnellen Wirkung für sich in Anspruch nehmen konnte, da die meisten Pflanzen den Stickstoff nur in Form von Salpetersäure aufnehmen, dass aber gewisse Bodenbakterien imstande sind, das Ammoniak allmählich zu Salpetersäure zu oxydieren, dass es daher zwar langsamer, aber nachhaltiger wirkt.

Die Weltproduktion von schwefelsaurem Ammoniak ist denn auch in den letzten Jahrzehnten ausserordentlich gestiegen. 1890 betrug sie 210000 Tonnen, 1900 eine halbe Million und gegenwärtig beträgt sie 1,33 Millionen Tonnen. Hiervon wurden nach Angabe der Deutschen Ammoniak-Verkaufsvereinigung im Jahre 1912 in Deutschland 492000 Tonnen, mehr als der dritte Teil der Weltproduktion, im Werte von 124 Millionen Mark verbraucht. Nimmt man im Chilesalpeter einen Stickstoffgehalt von 15 % und im schwefelsauren Ammoniak einen solchen von 20,5 % an, so überstieg im Jahre 1911 zum erstenmal der von der deutschen Landwirtschaft verwendete heimische Ammoniakstickstoff mit 75000 Tonnen den ausländischen Salpeterstickstoff von 70400 Tonnen, zu dem allerdings noch geringe Mengen Ammoniakstickstoff vom Auslande bezogen wurden.

Digitized by Google

Koksöfen

In dem Masse, wie in den siebziger Jahren die deutsche Farbenindustrie emporwuchs, steigerte sich der Bedarf an Steinkohlenteer und seinen Destillationsprodukten, die, wie erwähnt, damals zum grössten Teil von England bezogen wurden, wo die Leuchtgasfabrikation einen viel grösseren Umfang angenommen hatte als bei uns. Erst mit der Einführung der Koksöfen, die sich wiederum mit der mächtigen Entwicklung der deutschen Eisenindustrie und ihren koksverschlingenden Hochöfen beständig vermehrten, konnte den Bedürfnissen der Teerindustrie und damit zugleich einer fortschreitenden Gewinnung von Ammoniak in der Hauptsache genügt und sowohl die deutsche Farbenindustrie wie die deutsche Landwirtschaft von englischer Bevormundung in Teerprodukten und Ammoniakdünger befreit werden.

Stickstoffbedarf der Landwirtschaft

So günstig sich diese Verhältnisse aber auch gestaltet haben, so ist doch nicht zu verkennen, dass die Ammoniakproduktion durch die Bedürfnisse des Leuchtgasbedarfs und der Eisenindustrie begrenzt ist. Wir sind also fast für die Hälfte des landwirtschaftlichen Stickstoffbedarfs noch mit einer Ausgabe für Chilesalpeter von rund 100 Millionen Mark auf das Ausland angewiesen. Wenn man aber weiter erwägt, dass wir jährlich für 2 Milliarden Mark landwirtschaftliche Produkte in Gestalt von Getreide, Futtermitteln usw. vom Auslande kaufen müssen, um unsere Bevölkerung zu ernähren, eine Ausgabe, die sich erheblich vermindern würde, wenn unsere Felder, deren Ertrag sich in den letzten vierzig Jahren bereits verdoppelt hat, durch weiter gesteigerte Stickstoffzufuhr intensiver bewirtschaftet werden könnten, so ist ein Bedürfnis nach weiteren Stickstoffquellen nicht von der Hand zu weisen. Obwohl die deutsche Landwirtschaft mehr Stickstoff-

Digitized by Google

dünger verbraucht, als irgendein anderes Land der Welt, so lässt sich leicht zeigen, dass sie noch erheblich grössere Mengen aufnehmen könnte.

Der Stickstoffgehalt der deutschen Ernte wird auf 2,5 Millionen Tonnen geschätzt. Etwa 1,5 Millionen davon kehren durch natürliche Düngung in den Boden zurück, während eine Million Tonnen durch die Flüsse den Meeren zufliesst, um den Fischen als Nahrung zu dienen, oder auf andere Weise der Landwirtschaft verloren geht. Wenn nun auch durch die Gewitter eine nicht unbeträchtliche Menge Stickstoff in Form von salpetriger Säure gebunden und durch die Bakterien der Leguminosen erhebliche Mengen dem Boden aus der Luft zugeführt werden, so beträgt der in Form von Salpeter und Ammoniak zugeführte Stickstoff doch nur 150 000 Tonnen, also etwa den siebenten Teil jener Million. Wollte man aber auf den 180 Millionen Hektar deutschen Getreide- und Kartoffellandes rationelle Intensivwirtschaft betreiben, um jenen Auslandstribut an landwirtschaftlichen Produkten zu vermindern, so könnte man gut die zehnfache Menge des jetzt künstlich zugeführten Stickstoffdüngers unterbringen, ohne eine schädliche Konkurrenz auf dem Stickstoffmarkt befürchten zu müssen.

Unter diesen Umständen hat es nicht an Versuchen gefehlt, den Stickstoff, der uns in der Luft in ungemessenen Mengen zur Verfügung steht, auf synthetischem Wege in assimilierbare Form zu bringen, was noch dadurch eine erhöhte Bedeutung gewinnt, dass die chilenischen Salpeterlager in der Zeit von wenigen Menschenaltern erschöpft sein werden, und dass der jungfräuliche Boden Amerikas und anderer getreidebauender Länder mehr und mehr an Stickstoff verarmt. Luftsalpeter

Ist die technische Elektrolyse auf dem salz- und

Digitized by Google

kalireichen deutschen Boden erwachsen, so hatte die elektrothermische Salpetergewinnung in Norwegen, dem Lande der imposanten Wasserkräfte, ihre ersten technischen Erfolge. Denn die schon vor 130 Jahren von Cavendish beobachtete Verbrennung von Stickstoff und Sauerstoff, die ihre Rohprodukte aus der Luft nimmt, sie war lediglich eine Energiefrage. Es handelte sich darum, ein bestimmtes Luftquantum möglichst hoch zu erhitzen und rasch wieder abzukühlen. Die Norweger Birkeland und Eyde verwirklichten 1903 die praktische Durchführung dieses Problems. Als sie den Flammenbogen des elektrischen Ofens zwischen starken Elektromagneten zu einer sonnenähnlichen Scheibe von zwei Meter Durchmesser ausbreiteten, gelang es ihnen, die Energie von 1000 Pferdekräften in einem einzigen Apparat auf hindurchgeleitete Luft zu übertragen und sie dabei auf 2500 bis 3000 Grad zu erhitzen. Bald darauf fand Schönherr in der Badischen Anilin- und Sodafabrik zu Ludwigshafen eine andere Lösung dieses Problems, indem er den Lichtbogen nicht zu einer Scheibe ausblies, sondern im Innern eines mehrere Meter langen Rohres auseinanderzog, wodurch ohne Zuhilfenahme eines Magneten ebenfalls grosse Energiemengen auf ein abgeschlossenes Luftquantum übertragen werden konnten. Wird die so erhitzte Luft, um Rückzersetzungen zu vermeiden, rasch auf 600 Grad abgekühlt, so gelingt es, 1—2 Volumprozent zu Stickstoffoxyd zu verbrennen, das sich bei weiterer Abkühlung in Gegenwart von Wasser in eine 45—50prozentige Salpetersäure überführen lässt, die durch überschüssigen Kalk neutralisiert wird. So erhält man einen basischen Kalksalpeter mit einem Stickstoffgehalt von 15—20 %, der direkt in der Landwirtschaft verwendet wird. Die Verfahren sind von

Digitized by Google

einer internationalen Gesellschaft übernommen worden, die mit 300 000 norwegischen Wasserpferdekräften 150 000 Tonnen Kalksalpeter, also etwa den zwölften Teil des Weltverbrauchs an Chilesalpeter, jährlich herzustellen beabsichtigt.

Für Deutschland hat das Verfahren geringere Bedeutung, da das erforderliche Energiebedürfnis nur durch grosse und billige Wasserkräfte befriedigt werden kann.

Inzwischen ist aber das Problem der Stickstoffbindung noch in einer anderen Weise gelöst worden, die den Vorzug besitzt, nicht so grosse Energiekräfte zu benötigen, wenn sie andererseits auch nicht von so wohlfeilen Materialien ausgeht wie das erwähnte Verfahren. Der schon genannte Chemiker A. Frank machte in Gemeinschaft mit N. Caro die Beobachtung, dass das, wie bereits erwähnt, aus Kalk und Kohle im elektrischen Ofen entstehende Kalziumkarbid bei hohen Temperaturen aus sauerstofffreier Luft unter Kohlenstoffabscheidung Stickstoff aufnimmt und in Kalziumzyanamid übergeht, das bei einem Gehalt von 20 % assimilierbarem Stickstoff unter der Bezeichnung Kalkstickstoff direkt als Düngemittel verwendet werden kann. In verschiedenen Ländern Europas und Amerikas sind über 100 Millionen Mark in dieser neuen Industrie angelegt worden. Die Weltproduktion beträgt gegenwärtig 120 000 Tonnen jährlich, wovon auf Deutschland etwa der vierte Teil entfällt.

Kalkstickstoff

Auch aber hiermit sind die Mittel nicht erschöpft, den Stickstoff der Luft für die Pflanzennahrung einzufangen. Die jüngste Lösung des Stickstoffproblems ist die Synthese des Ammoniaks aus seinen Elementen. Mit praktischem Erfolge ist sie zuerst von Haber im Karlsruher Laboratorium ausgeführt und dann von der Badischen Anilin- und Sodafabrik, die sich ebenfalls mit

Synthetisches Ammoniak

Digitized by Google

diesem Problem beschäftigt hatte, zur technischen Ausführung gebracht worden. Obwohl es bekannt war, dass sich Wasserstoff und Stickstoff unter gewissen Bedingungen in sehr geringen Mengen miteinander vereinigen, so hielt man die technische Darstellung des Ammoniaks aus seinen Elementen bisher für undurchführbar, weil die Trägheit des Stickstoffs bei niedrigen Temperaturen und seine geringe Verwandtschaft zum Wasserstoff bei hohen Temperaturen einen praktischen Erfolg auszuschliessen schienen. Haber gelang es jedoch, in Gegenwart gewisser reaktionsbeschleunigender Metalle, wie Osmium, Uran u. a., und unter Drucken von 150 bis 200 Atmosphären bei Temperaturen von 500—550° in der Tat einen Umsatz von 9 Volumprozent des Stickstoff-Wasserstoffgemisches zu erzielen. Stellt man einen Kreislauf her, in welchem das Gasgemisch unter dem genannten Druck an einer Stelle bei der Reaktionstemperatur der Einwirkung der Kontaktsubstanz und an einer andern Stelle einer starken Temperaturniedrigung ausgesetzt wird, so gelingt es, an dieser das gebildete Ammoniak in flüssigem Zustande dauernd abzuzapfen. Die Badische Anilin- und Sodafabrik ist bereits mit dem Bau einer grossen Betriebsanlage beschäftigt, und in der Tat scheint dieses Verfahren berufen zu sein, die Stickstofffrage ihrer Lösung um einen bedeutenden Schritt näher zu bringen. Es besitzt vor den vorher genannten den Vorzug, dass es nicht an grosse elektrische Energien gebunden ist, und dass die Bildung aus den Elementen eine sehr einfache Reaktion ist. Allerdings müssen diese in möglichster Reinheit zur Verfügung stehen. Aber auch hierfür hat die Industrie schon vorgesorgt. Es ist bereits der Tatsache gedacht worden, dass Chlor, Wasserstoff und Sauerstoff in grossem Massstabe

Digitized by Google

Handelsprodukte geworden sind, die teils in flüssigem Zustande, teils unter Drucken bis zu 150 Atmosphären in den Verkehr gebracht werden. Namentlich das Sauerstoffbedürfnis war es, das im Laufe der letzten zehn Jahre zu einer bewundernswürdigen neuen Industrie der komprimierten Gase geführt hat, die auf den Schöpfer der modernen Kälteindustrie, Carl von Linde in München, zurückzuführen ist. Komprimierte Gase

Der Sauerstoff wird im grossen fast ausschliesslich durch fraktionierte Destillation flüssiger Luft gewonnen, die bei Temperaturen von 180 bis 200 Kältegraden in ihre Hauptbestandteile Stickstoff und Sauerstoff zerlegt wird. Da man für den vom Sauerstoff abdestillierten Stickstoff bisher kaum Verwendung hatte, so kommt er dem neuen Ammoniakverfahren besonders gelegen. Auch der Wasserstoff wird für diesen Zweck auf ähnliche Weise gewonnen, indem man nach dem Vorgange von Frank und Caro das gewöhnlich als Wassergas bezeichnete Gemisch von Wasserstoff und Kohlenoxyd, das man in etwa gleichen Raumteilen erhält, wenn man Wasserdampf über glühende Kohlen leitet, einer fraktionierten Destillation unterwirft. Da die Siedepunkte dieser Gase bei -253° und -192°, also um 61° auseinanderliegen, so lassen sie sich in dem Lindeschen Apparat ohne Schwierigkeit trennen. Der Wasserstoff wird vom flüssigen Kohlenoxyd abdestilliert, dessen Heizkraft zum Treiben der Kompressionsmaschinen ausgenutzt wird. Man sieht, dass man für die neueste Ammoniakerzeugung nichts als Luft, Wasser und Kohle braucht, und dass viel Aussicht vorhanden ist, das Verfahren in Deutschland, dem kohlenreichsten Lande Europas, in grösstem Massstabe durchzuführen und so den Energieinhalt der fossilen Reste weit zurückliegender Pflanzengenerationen

Digitized by Google

unserer Landwirtschaft und der Ernährung unseres Volkes dienstbar zu machen.

Salpetersäure

Da man schliesslich das Ammoniak nach einem Verfahren von K. F. Kuhlmann*) mit Luft in Gegenwart von Platin zu Salpetersäure verbrennen kann, so ist auch die Möglichkeit gegeben, aus heimischen Produkten die Salpetersäure zu gewinnen, deren deutsche Jahresproduktion im Werte von 35 Millionen Mark gegenwärtig ausschliesslich aus Chilesalpeter stammt.

Sprengstoffe

Diese bedeutenden Mengen Salpetersäure werden zum grossen Teil in der Industrie der Teerfarbstoffe, aber in noch grösserem Massstabe in der Sprengstoffindustrie verbraucht, die in den letzten 25 Jahren in Deutschland eine gewaltige Umwälzung erfahren hat.

Schwarzpulver

Das alte Schwarzpulver besteht bekanntlich aus einem Gemisch von leicht zündbarem Schwefel, brennbarer Kohle und sauerstoffabgebendem Salpeter, das auch bei feinster Mahlung doch immer nur ein rohes Gemenge bildet und verhältnismässig langsam abbrennt. Die heutige Sprengstofftechnik verwendet Stoffe, die die zur Verbrennung geeigneten Elemente im Molekül selbst vorrätig haben. Das Verbrennungsmaterial besteht aus Kohlenstoff und Wasserstoff, die von dem im Molekül verfügbaren Sauerstoff gleichsam durch eine Stickstoffwand getrennt sind. Die Rolle des zündenden Schwefels übernimmt hier die sogenannte Initialzündung, meistens aus einer sehr geringen Knallquecksilbermenge bestehend, die bei der Detonation auf einen Teil des Sprengstoffs einen so heftigen Schlag ausführt, dass die Stickstoffwand zerschmettert wird und unter plötz-

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1839. 29. 280.

Digitized by Google

licher Auslösung grosser Wärmemengen eine innere Verbrennung vor sich geht, die sich durch die ganze Masse fortpflanzt. Während 1 kg Schwarzpulver in $^1/_{100}$ Sekunde abbrennt, kann man dieselbe Menge Schiessbaumwolle in $^1/_{60000}$ Sekunde in gasförmige Verbrennungsprodukte von hoher Temperatur verwandeln, wobei momentan eine ungeheure Spannkraft entsteht. Die von dem Württemberger Schönbein in Basel und Chr. Böttger in Frankfurt a. M. schon 1846 entdeckte, durch die Einwirkung von Salpetersäure auf Baumwolle in Gegenwart starker Schwefelsäure entstehende Schiessbaumwolle hat jedoch erst in den achtziger Jahren als wirkliches Schiessmittel Verwendung gefunden, nachdem es gelungen war, die erwähnte, für Schiesswaffen ungeeignete grosse Verbrennungsgeschwindigkeit zu mässigen und den ballistischen Anforderungen der Waffentechnik genau anzupassen. Dies geschah, indem man der Schiessbaumwolle ihre faserige Struktur nahm und sie durch sogenannte Gelatinierung mit gewissen Lösungsmitteln, wie Azeton, Essigäther, Aetheralkohol u. a., in eine plastische, beliebig formbare Masse verwandelte. Noch einen Schritt weiter ging der geniale, durch seine grossartigen Preisstiftungen bekannte Schwede Alfred Nobel, dem die Sprengstofftechnik bereits das Dynamit verdankte, als er statt jener Gelatinierungsmittel selbst einen starken Sprengstoff, das Nitroglyzerin, verwendete, wodurch nun ausserordentlich brisante Schiess- und Sprengmittel gewonnen wurden.*)

Schiessbaumwolle

Da man es bei der Baumwolle mit einem nicht immer ganz gleichartigen Naturprodukt zu tun hat, und

*) Vgl. B. Lepsius. Das alte und das neue Pulver. Verh. der Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte. Leipzig. 1891. I. 17.

Digitized by Google

die Schiessbaumwolle, namentlich in der Tropentemperatur, eine beständige Neigung zu langsamer innerer Zersetzung besitzt, die je nach dem verwendeten Material und der angewandten Herstellungsmethode verschieden ist, so spielen die Mittel zur Bekämpfung und Einschränkung dieser Tendenz, die sog. Stabilisatoren, für die Haltbarkeit und Zuverlässigkeit des Pulvers eine grosse Rolle. Es hat den Anschein, dass dieser Frage nicht überall die unerlässliche Sorgfalt gewidmet worden ist, denn die Unglücksfälle der französischen Panzerschiffe „Jena“ und „Liberté“ sind aller Wahrscheinlichkeit nach auf die Vernachlässigung dieser Frage zurückzuführen, um deren Lösung sich der deutsche Sprengstoffchemiker W. Will in der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Untersuchungen zu Neubabelsberg, einem von den vereinigten deutschen Sprengstofffabriken geschaffenen Forschungsinstitut, grosse Verdienste erworben hat. Man wird dabei an einen Ausspruch des Fürsten Bismarck erinnert, der im Jahre 1889 über die staatserhaltende Rolle der Chemiker sagte, dass sie es seien, die in letzter Richtung über Krieg und Frieden entscheiden und z. B. bei schlechter Herstellung des Pulvers und anderer Ausrüstungsgegenstände des Gegners denselben unter Umständen zwängen, das Schwert in der Scheide zu lassen.*)

Eine andere Klasse von brisanten Sprengstoffen sind die hochnitrierten Benzolkohlenwasserstoffe. Die Pikrinsäure, ein dreifach nitriertes Phenol, wurde im Jahre 1771 von dem Erfinder der zweihalsigen Flasche P. Woulfe in London bei der Behandlung von Indigo mit Salpetersäure beobachtet. 1881 wurde sie, nach-

*) Ztschr. ang. Chem. 1913, 26, wirtschaftl. Th. S. 166.

Digitized by Google

dem sie lange als schöner gelber Farbstoff zum Gelb- und Grünfärben von Seide, Wolle und Papier benutzt worden war, zuerst in Frankreich als Melinit zur Füllung von Granaten verwendet. Neuerdings ist sie durch das Trinitrotoluol ersetzt worden, das im Jahre 1891 von C. Haeussermann als Granatfüllung vorgeschlagen und 1900 von der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron in den Grossbetrieb eingeführt wurde.

Diese brisanten Sprengstoffe haben sowohl in der Kriegstechnik wie auch im Berg- und Tunnelbau grosse Wandlungen hervorgerufen. Die wichtigsten Folgen ihrer Einführung waren für die Schiesstechnik die Verkleinerung der Geschosse, die Vergrösserung ihrer Anfangsgeschwindigkeit und eine Streckung der Flugbahn; für den Bergbau eine eminente Vermehrung der Sprengwirkung; für den Strassen- und Tunnelbau endlich eine erhebliche Abkürzung der Bauzeit und eine Ermässigung der Baukosten. Die Bedeutung solcher Ersparnisse für den deutschen Bergbau ergibt sich aus der Tatsache, dass allein die Westfälische Kohlen- und Erzförderung in den letzten 25 Jahren von 34 auf 100 Millionen Tonnen gestiegen ist und gegenwärtig einen Wert von 1035 Millionen Mark aufweist. **Brisante Sprengstoffe**

Diese brisanten Sprengstoffe sind allerdings im Kohlenbergbau wegen ihrer hohen Verbrennungstemperaturen und der damit verbundenen Zündungsgefahr schlagender Wetter nicht überall verwendbar. Man benutzt hier sog. schlagwettersichere Sprengstoffe, die meist aus einem Gemisch von Ammoniaksalpeter und organischen Nitrokörpern mit gewissen weiteren Zusätzen bestehen und durch niedrige Verbrennungstemperaturen ausgezeichnet sind. Sie haben ferner die Eigen-

Digitized by Google

Sicherheitssprengstoffe

schaft, nur durch Initialzündung zum Explodieren gebracht zu werden, ohne diese aber gegen Zündung, Stoss und Schlag unempfindlich zu sein, und werden daher im Stückgutverkehr, wie jede andere Ware, versandt, was zu ihrer Verbreitung in hohem Masse beigetragen hat. Wenn damit die Gefahren erheblich vermindert werden konnten, so sind sie doch immer noch nicht völlig besiegt.*) Es ist bekannt, dass der Kaiser gerade der Bekämpfung der Schlagwettergefahr seine besondere Aufmerksamkeit zugewandt hat; ein neuer Ansporn für die Wissenschaft, auch auf diesem Gebiete der Volkswohlfahrt das dringend erwünschte Ziel der weitgehenden Abwendung dieser Unglücksfälle zu erreichen.**)

*) Wenn sich diese Gefahren im Kampfe mit den Naturgewalten auch niemals ganz werden beseitigen lassen, so ist doch anzuerkennen, dass Deutschland bei ihrer Bekämpfung an erster Stelle steht. Der deutsche Bergbau gibt etwa 33,5 Millionen Mark für die Unfallverhütung aus, das sind etwa 14 Prozent des Lohnes, während sonst für soziale Fürsorge etwa 8 Prozent ausgegeben werden. Die Unfallstatistik der letzten 25 Jahre zeigt, dass auf 1000 Bergarbeiter in dem Zeitraum 1888—1900 2,6 (gegen 3,5 in Amerika), in dem Zeitraum 1901—1911 2,1 Unfälle kamen. Von diesem Prozentsatz ist jedoch nur ein kleiner Teil auf chemische Ursachen zurückzuführen, da von 100 Unfällen 43 durch Steinkohlensturz bedingt sind, 37 bei der Förderung und Fahrung eintreten und sich nur 3 durch Schiessarbeiten und 3 durch Explosionen ereignen. Das macht auf 1000 Arbeiter 0,13 chemisch verursachte Unfälle. (Tübben, Die Gefahren des Bergbaus und ihre Bekämpfung. Ztschr. ang. Chem. 1913, 26, wirtschaftl. T., S. 167.)

**) Dem im Jahre 1912 bei der Eröffnung der Dahlemer Forschungsinstitute vom Kaiser geäusserten Wunsche, die Sicherheit des Bergmanns gegen diese Gefahr durch geeignete Instrumente zu erhöhen, scheint die Habersche Schlagwetterpfeife bereits entgegen gekommen zu sein, die auf der Interferenz der Töne in reiner und grubengashaltiger Luft beruht und mit Hilfe der dem Ohr vernehmlichen Tonstösse den Gehalt der Grubenluft an Methan genau zu bestimmen gestattet.

Digitized by Google

Man darf annehmen, dass die gesamte Sprengstoffproduktion in Deutschland 40 Millionen kg beträgt. Hiervon dürften etwa 10 Millionen auf Dynamitsprengstoffe, 16 Millionen auf Ammoniaksalpetersprengstoffe und 14 Millionen auf Schwarzpulver und andere Explosionsstoffe zu rechnen sein.*) Die Mehrausfuhr des Deutschen Reiches an Sprengstoffen betrug im Jahre 1908 19 Millionen, im Jahre 1912 60 Millionen Mark.**)

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika wurde die Sprengstofffabrikation für das Jahr 1905 zu 165 Millionen kg angegeben. Inzwischen haben die Staaten in dem Panamakanal, unter Verwendung von über 60 Millionen kg Dynamitsprengstoffen, die an Ort und Stelle fabriziert wurden und mit einem Kostenaufwand von 1700 Millionen Mark, eines der grössten Kulturwerke vollendet, dessen Durchführung in dem Culebra-Einschnitt allein die Fortschaffung von 72 Millionen Kubikmeter Felsmassen erforderte.

Die Weltproduktion darf heute auf 400 Millionen kg, der zehnfachen Menge der deutschen Sprengstofferzeugung, geschätzt werden.

---

*) In Deutschland wurden gefertigt:

	Dynamitsprengstoffe kg	Ammoniaksalpetersprengstoffe kg
1867 ca.	11 000	0
1880 „	1 900 000	nicht
1890 „	4 938 000	erheblich
1909 „	8 000 000	10 000 000
1912 „	10 000 000	16 000 000

(W. Will. Ueber Sprengmittel, Wien, 1910. S. 15.)

**) Chem. Ind., 1913, 36. Protokoll der Hauptversammlung S. 71.

Digitized by Google

Künstliche Seide

Von der formbaren gelatinierten Schiessbaumwolle ist im Laufe der letzten 25 Jahre noch eine andere grosse Industrie ausgegangen. Die auf der Pariser Ausstellung von 1889 vom Grafen de Chardonnet ausgestellte, aus Baumwolle gefertigte künstliche Seide machte durch den die natürliche übertreffenden Glanz ihrer Faser Aufsehen. Eine Lösung von nitrierter Baumwolle oder Holzcellulose in einem Gemisch von Alkohol und Aether hatte er durch capillare Glasöffnungen in Wasser gepresst, das dem erzeugten Strahl das Lösungsmittel entzog und ihn zu einem Faden gerinnen liess, der von Spulen aufgenommen wurde. Er gewann auf diese Weise Fäden, deren Feinheit und Glanz von der Dichte der Lösung, der Grösse der Oeffnungen, der Höhe des Pressdruckes und der Umdrehungszahl der Spule abhing. Um dieser gesponnenen Schiessbaumwolle die Feuergefährlichkeit zu nehmen, denitrierte er sie durch Schwefelammonium, wodurch der hohe Glanz der Fäden nicht beeinträchtigt wurde.

In Deutschland wurde das Verfahren durch F. Lehner verbessert, gleichzeitig aber fand man andere Wege, die Baumwolle zu formen, indem man andere Lösungsmittel der Cellulose heranzog. Durch Auflösen in Kupferoxydammoniak gewann man die sogenannte Kupferseide und durch die Einwirkung von Schwefelkohlenstoff in Gegenwart von Alkali oder Kalk die Viscoseseide. Endlich erhielt man durch Einwirkung von Essigsäure auf Cellulose die Acetatseide. Die Kunstseide steht der aus einem Eiweissstoff bestehenden Naturseide an Festigkeit, Elastizität und Feinheit nach, übertrifft sie aber an hohem Glanz, der sie für Stoffe, bei denen es mehr auf diesen als auf die Haltbarkeit ankommt, geeignet macht. Wenn daher auch die Seiden-

Digitized by Google

raupe ihr Feld behaupten wird, so hat die Kunstseide doch grosse Gebiete der Textilindustrie erobert, zumal die geformte Cellulose auch als künstliches Rosshaar, als Isoliermittel für elektrische Leitungsdrähte, zur Imitation von Hartgummi, Guttapercha und Leder und zur Herstellung von photographischen Films mannigfache andere Verwendungsgebiete gefunden hat. Zu kinematographischen Zwecken ist besonders die Azetatcellulose zu empfehlen, die schwerer verbrennlich ist und daher grössere Sicherheit bietet.*)

Der Kilopreis der Kunstseide, der 1898 noch 50 Mark betrug, ist inzwischen erheblich zurückgegangen und beträgt gegenwärtig 10—15 Mark, je nach den Eigenschaften der verschiedenen Produkte. Die Weltproduktion wird mit 7 Millionen Kilogramm angegeben. Davon entfiel bis vor kurzem etwa die Hälfte auf das Nitrocellulose-Alkoholverfahren, die andere Hälfte auf die Kupfer-, Viscose- und Acetatverfahren; während in der letzten Zeit eine wesentliche Verschiebung zugunsten der letzteren eingetreten ist.

Schädliche Wirkung der Alkoholsteuer

Die Produktion Deutschlands, das den grössten Verbrauch an Kunstseide hat, beträgt etwa 2 Millionen kg im Werte von 24 Millionen Mark, wovon etwa 600 000 kg ausgeführt werden. Gleichwohl bezieht Deutschland aber noch 1 800 000 kg, und zwar hauptsächlich „Alkoholseide", vom Auslande, während die ausgeführte Kunstseide vornehmlich den anderen Sorten angehört.

*) Der Verbrauch von Kinematographenfilms wird gegenwärtig in Europa auf 100 Millionen Meter geschätzt; der amerikanische Bedarf dürfte diese Zahl noch übertreffen. In Deutschland hat sich die unter der Leitung von F. Oppenheim stehende Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation zu Berlin dieses neuen Industriezweiges besonders angenommen.

Digitized by Google

Der Grund für diese erhebliche Einfuhr liegt in der Tatsache, dass die deutschen Fabriken, die diese Alkoholseide herstellen, obwohl sie in der ersten Zeit glänzende Einnahmen hatten, bei den heutigen Alkoholpreisen mit dem Auslande nicht konkurrieren können. Während nämlich auf dem Weltmarkt für den Hektoliter Alkohol 32 Mark bezahlt werden, kostet er wegen der Spiritussteuer im Inlande 79 Mark. Wenn nun den Kunstseidefabriken hierauf auch eine Rückvergütung von 10 Mark bewilligt wurde, so ist doch inzwischen von den drei Alkoholseidefabriken in Deutschland die eine vor kurzer Zeit eingegangen; eine andere, die früher über 30 % Dividende zahlte, hat in den letzten zwei Jahren Verluste von über 2 Millionen Mark gehabt, und die dritte kann nur durch eine besondere Qualitätsware höhere Preise als das Ausland erzielen. Auch eine am 1. Oktober 1912 durch Reichstagsbeschluss erfolgte Verdoppelung der Steuerrückvergütung auf 20 Mark hat diesen Prozess nicht aufgehalten, da auch damit der Preisausgleich noch nicht erreicht wurde. Dazu kommt, dass Deutschland die Auslandsprodukte mit einem Zoll von 30 Pfennig hereinlässt, während z. B. Frankreich seine Kunstseide mit einem Eingangszoll von 9,60 Francs schützt.

Der Verfasser würde der Aufgabe dieser Denkschrift nicht gerecht werden, wollte er nur der industriellen Lichtseiten gedenken, er musste daher auf diese Schädigung einer blühenden Industrie hinweisen, durch die jährlich etwa 20 Millionen Mark in das Ausland gehen.

Demgegenüber finden wir in den Aufzeichnungen J. van't Hoffs über eine Abendgesellschaft im Königlichen Schlosse zu Berlin im Jahre 1902, wo sich die Unterhaltung über viele naturwissenschaftliche und technische Dinge bewegte, wie über die Entstehung des

Digitized by Google

Nordlichtes, über die Wasserreinigung durch Ozon, über die, bekanntlich der Initiative des Kaisers zu verdankende, moderne Entwicklung der Spiritusindustrie, über die Seezeichenbeleuchtung, über neue Kartuschenhüllen aus Schiessbaumwolle und schliesslich über die Bereitung der Kunstseide, den folgenden Satz:

„Der Kaiser war sehr begeistert für das Verfahren und sagte, es wäre stets sein Bestreben, Deutschland soviel als möglich von auswärtigen Rohmaterialien unabhängig zu machen. Er hoffte, dass es möglich sein würde, durch diese Kunstseide die französische Seide sowie die amerikanische Wolle zu entbehren." Unsere zuungunsten der Industrie häufig einseitig beeinflusste Steuergesetzgebung lässt diesen patriotischen Standpunkt leider manchmal vermissen.

Schwefelsäure

Während die Salpetersäure in der Regel nicht wegen ihres sauren Charakters, sondern vielmehr wegen ihrer oxydierenden und nitrierenden Eigenschaften verwendet wird, ist die Schwefelsäure die Säure par excellence. Sie wird daher in den Industrien und Gewerben in fast der zehnfachen Menge verwendet. Von der Weltproduktion, die gegenwärtig auf 5 Millionen Tonnen geschätzt wird, kommt auf Deutschland der vierte Teil mit 1250000 Tonnen im Werte von 30—40 Millionen Mark.*)

Bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts ist diese Fabrikation eine der konservativsten gewesen; seit dem Jahre 1746 hat man die Säure in den bekannten Bleikammern gewonnen. Die heutige Gewinnung wird von dem sogenannten Kontaktverfahren beherrscht, dessen Einführung durch die Badische Anilin- und Soda-

*) C. Duisberg. Die Wissenschaft und Technik in der chemischen Industrie. München, 1911, S. 6.

Digitized by Google

fabrik mit der Herstellung von künstlichem Indigo im Zusammenhange steht. Als man in Ludwigshafen im Begriffe war, vom Naphthalin ausgehend, die Erzeugung von künstlichem Indigo ins Leben zu rufen, fand H. E. Sapper in der heissen konzentrierten Schwefelsäure das billigste Mittel, um das Ausgangsprodukt zu Phtalsäure zu oxydieren.*) Wollte man aber dieses Verfahren durchführen, so musste man jährlich 40000 Tonnen der bei der Oxydation entstehenden gasförmigen schwefligen Säure in konzentrierte Schwefelsäure zurückverwandeln. Diese Aufgabe löste R. Knietsch, der das schon 1875 von Clemens Winckler vorgeschlagene Verfahren, die schweflige Säure in Gegenwart von fein verteiltem Platin mit Sauerstoff zu vereinigen, so weit ausbildete, dass heute die konzentrierte Schwefelsäure nur nach dem Kontaktverfahren gewonnen wird. Seitdem hat man nicht nur die Bleikammern, soweit sie nicht noch für dünne Säuren verwendet werden, sondern vor allem auch die kostspieligen Gold- und Platinkessel abgeschafft, in denen früher die Kammersäure konzentriert wurde, und die das Apparaten-Konto mancher Schwefelsäurefabrik mit mehr als einer Million Mark belasteten.**) Die jährliche Produktion der Kontaktsäure beträgt gegenwärtig etwa 400000 Tonnen.

---

*) Vgl. H. Brunck. Ber. d. d. chem. Ges., 1900, 33, 3. Sonderheft.

**) Die durch das Kontaktverfahren herbeigeführte Abschaffung der Platinkessel in den Schwefelsäurefabriken ist von erheblicher finanzieller Bedeutung, da der Platinpreis seit dem Jahre 1880 fast um das Zehnfache gestiegen ist. Der Kilopreis des Platins betrug:

1880	650.— M.	1907	3200.— M.
1885	950.— „	1909	3600.— „
1895	1400.— „	1910	5200.— „
1905	2700.— „	1912	6200.— „

Digitized by Google

Ein beträchtlicher Teil der in Deutschland aus spanischen Schwefelkiesen erzeugten Schwefelsäure wird zur Herstellung des schon erwähnten schwefelsauren Ammoniaks verwendet. Da sie aber dem Ammoniak nur als Vehikel dient und für die Pflanzennahrung keine Bedeutung hat, so geht dieser in Deutschland auf 300 bis 400 000 Tonnen Kammersäure zu schätzende Anteil volkswirtschaftlich völlig verloren.

Schwefelsäure aus Steinkohlengas

Nun befindet sich in den Steinkohlengasen reichlich so viel Schwefel, dass man daraus diese ganze Schwefelsäure bestreiten könnte, wenn man mit seiner Hilfe das Ammoniak direkt in schwefelsaures Ammoniak überführt. Fast seit Beginn der Fabrikation des Leuchtgases hat man, da es ohnedies entschwefelt werden muss, dieses Problem im Auge. Es scheint, dass es neuerdings durch ein Verfahren von Walther Feld über die Bildung von Polythionaten in einfacher Weise gelöst worden ist. In Deutschland allein würde dadurch die genannte Menge Schwefelsäure im Werte von 8 Millionen Mark jährlich erspart werden können.

* * *

Wenden wir uns nunmehr den wirtschaftlichen Erfolgen der Chemie des Steinkohlenteers zu, so braucht kaum erwähnt zu werden, dass sie in der Industrie der künstlichen Farbstoffe in Deutschland zu den höchsten wissenschaftlichen und technischen Triumphen geführt hat. Dies konnte jedoch nur dadurch geschehen, dass seit den Untersuchungen A. W. Hofmanns über das Anilin und seit seiner Entdeckung des Benzols im Steinkohlenteer diese Industrie in inniger Verbindung mit der wissenschaftlichen Forschung geblieben ist.

Technik und Wissenschaft

Diese untrennbare Verknüpfung der Technik mit der Wissenschaft brachte es mit sich, dass die Industrie in ihren Fabriken selbst wissenschaftliche Laboratorien

Digitized by Google

errichtete, deren Ausstattung und Ausdehnung mit den akademischen Arbeitsstätten wetteifern. In einzelnen Werken sind Hunderte von Chemikern beschäftigt, neue Synthesen zu erforschen, neue Verfahren zu erfinden, neue Gebiete zu erschliessen oder die Wege schon bekannter Gebiete gangbar zu machen, durch stete Verbesserung und Vereinfachung der bestehenden Verfahren.

Dieser Stab akademisch gebildeter Mitarbeiter bildet einen integrierenden Bestandteil der deutschen chemischen und insbesondere der Farbenindustrie, und wir können daher aus der Zunahme ihrer Anzahl einen Schluss ziehen auf die mächtige Entwicklung dieser Industrie, wenn wir beispielsweise aus dem Berichte über die am 4. Januar 1913 begangene Halbjahrhundertfeier der Farbwerke vorm. Meister Lucius und Brüning zu Höchst a. M. erfahren, dass die Zahl der dort angestellten Chemiker in den letzten 25 Jahren von 57 auf 307 angewachsen ist. In derselben Zeit vermehrte sich die Arbeiterzahl von 1860 auf 7680, denen im Jahre 1912 ein Lohn von 8 600 000 Mark gezahlt wurde.*)

---

*) In den Höchster Farbwerken kamen im Jahre 1912 auf 7680 Arbeiter 1366 Beamte (374 Aufseher, 307 Chemiker, 74 Techniker und 611 Kaufleute, ohne die Vertretungen); somit kommen auf einen Beamten 5—6 Arbeiter. Nach W. von Oechelhäuser (Technische Arbeit einst und jetzt, Berlin 1906) kommen auf einen Beamten in

Stahl- und Hüttenwerken	etwa	30—26	Arbeiter
Spinnereien	„	18—15	„
Webereien	„	12—10	„
Schiffswerften	„	16— 8	„
Maschinenfabriken	„	12— 4	„
Gasgesellschaften	„	9— 4	„
Chemischen Fabriken	„	7— 6	„

Digitized by Google

Die Badische Anilin- und Sodafabrik zu Ludwigshafen, die grösste chemische Fabrik Deutschlands und der Welt, beschäftigt gegenwärtig 11 000 Arbeiter, Aufseher und Meister.

Steinkohlenteerindustrie

Es würde die Aufgabe dieser Denkschrift weit überschreiten, wollten wir den Versuch machen, den Werdegang der Farbenindustrie vor uns aufzurollen; ist doch beispielsweise allein in den genannten Höchster Werken die Anzahl der einzelnen Farbstofftypen im Laufe der letzten 25 Jahre von 1700 auf 11 000 angestiegen. Wir müssen uns vielmehr darauf beschränken, einzelne Seiten dieser glänzenden Entwicklungsgeschichte aufzuschlagen, auf denen die volkswirtschaftliche Bedeutung dieser Industrie unsern Blick fesselt. Auf den ersten Blättern finden wir Mitteilungen über das Fundament der Farbenchemie, die Industrie des Steinkohlenteers.

Steinkohlenvorrat

Wir erfahren, dass nach neueren Schätzungen der gesamte Steinkohlenvorrat Europas etwa 700 Milliarden Tonnen beträgt, und sind beruhigt, dass davon 400 Milliarden auf Deutschland entfallen,*) und dass, die jetzige Jahresförderung von 160 Millionen Tonnen (etwa fünfmal soviel wie vor 40 Jahren) zugrunde gelegt, unser

*) Nach im Auftrage der Preussischen Geologischen Landesanstalt vorgenommenen Untersuchungen über die Stein- und Braunkohlen-Vorräte des Deutschen Reiches von H. E. Böker (Glück Auf, 1913, 49, 1045 u. 1085) betragen nach der gegenwärtigen Kenntnis die Steinkohlenvorräte 410 Milliarden Tonnen, wovon 95 Millarden sicher, 227 Milliarden ausserdem wahrscheinlich und 88 Milliarden noch möglicherweise vorhanden sind. Von Braunkohlenvorräten sind sicher 9,3 Milliarden und noch wahrscheinlich 4,1 Milliarden vorhanden, zusammen 13,4 Milliarden Tonnen.

Digitized by Google

Vorrat noch 2500 Jahre reichen würde,*) während die entsprechende Zeit für England nur auf 700 Jahre, für Nordamerika auf 1700 Jahre geschätzt wird.**)

Leuchtgas

Die Destillation der Steinkohlen begeht gegenwärtig in Deutschland ihre Zentenarfeier. Gerade 100 Jahre ist es her, dass der Professor der Chemie in Freiberg W. A. Lampadius sein Haus mit Steinkohlengas beleuchtete. Anfangs der sechziger Jahre wurden bereits 60 Millionen Kubikmeter Leuchtgas in Deutschland fabriziert. In den achtziger Jahren stieg diese Zahl auf 400 und 1900 auf 1200 Millionen, und gegenwärtig beträgt die Jahresproduktion der deutschen Gaswerke 2½ Milliarden Kubikmeter. Zu ihrer Herstellung werden 7 800 000 Tonnen Steinkohlen im Werte von 90 Millionen Mark verbraucht, von denen etwas über 25 % aus England stammen. Bei einem Verkaufspreis von 12 Pfennig hat diese Gasmenge einen Wert von 300 Millionen Mark, während gleichzeitig 4 Millionen Tonnen Koks für 62 Millionen Mark, 390 000 Tonnen Teer für 11 Millionen, Ammoniakprodukte für 17 Millionen und andere Nebenprodukte für eine Million Mark gewonnen werden.***)

*) C. Engler. Ueber Zerfallprodukte in der Natur. Verh. d. Ges. d. Naturf. und Aerzte. Leipzig. 1911. I. S. 53.

**) Die Kohlenförderung im Ruhrgebiet betrug zu Anfang des vorigen Jahrhunderts etwa 230 000 Tonnen, 1850 1,66 Millionen, 1860 4,36 Millionen, 1900 60,12 Millionen und 1909 82,80 Millionen Tonnen. Insgesamt wurden 1912 in Deutschland 160,74 Millionen Steinkohlen im Werte von 1,57 Milliarden Mark und 73,76 Millionen Tonnen Braunkohlen im Werte von 183,36 Millionen Mark gefördert.

***) A. Samtleben, Leuchtgas in chemischer, hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung. Ztschr. ang. Chemie 1912, 25, 2648.

Digitized by Google

Das in den deutschen Gasanstalten angelegte Kapital beträgt 1,3 Milliarden Mark. In den grossen Städten kommen auf den Kopf der Bevölkerung etwa 100 Kubikmeter im Jahre. Der Etat der Berliner Gaswerke macht mit 60—70 Millionen Mark mehr als ein Sechstel des Etats der Reichshauptstadt aus. Von den 1700—1800 deutschen Gaswerken befinden sich etwa 25% der Zahl nach und 10% der Produktion nach im Besitze privater Gesellschaften mit einem Kapital von 190 Millionen Mark; die übrigen Werke befinden sich im Besitz von Kommunen, für die sie zur Bestreitung wichtiger Aufgaben eine willkommene Einnahmequelle bilden. Gleichwohl wäre es im Interesse der Industrie zu wünschen, dass sich dieses Verhältnis nicht weiter vermindere, da die Privatunternehmungen der Einführung grosszügiger Verbesserungen erfahrungsgemäss leichter zugänglich sind als die von einem komplizierten Verwaltungsmechanismus abhängigen kommunalen Werke.

Schon bei der Entwicklung der Ammoniakindustrie haben wir darauf hingewiesen, wie die Destillation der Steinkohle nicht allein von den Gasanstalten, sondern in steigendem Masse auch von den durch die wachsenden Koksbedürfnisse der Eisenindustrie ins Leben gerufenen Kokereien aufgenommen wurde. Dadurch stieg die Teerproduktion Deutschlands in den Jahren 1883 bis 1909 von 85 000 auf eine Million Tonnen, wovon etwa 90% auf einzelne Teerprodukte weiter verarbeitet wurden, von denen Benzol, Toluol, Phenol, Naphthalin und Anthrazen als die für die Farbenindustrie wichtigsten zu nennen sind.

Teer-destillation

Das Verdienst, die Grossindustrie der Teerdestillation in Deutschland begründet und dadurch die Farbenindustrie in der Anschaffung ihres Rohmaterials von

Digitized by Google

England unabhängig gemacht zu haben, gebührt Julius Rütgers. Seiner Energie ist es zu danken, wenn die deutsche Teerindustrie, deren Produktion im Jahre 1900 nur die Hälfte der englischen betrug, im Laufe von 12 Jahren England eingeholt, wenn nicht überflügelt hat, obgleich dort eine viel grössere Produktionsmöglichkeit besteht als in Deutschland. Bei der Wichtigkeit des Teers, dieses Gemisches zahlreicher, durch die Hitze der Retorte umgewandelter, komplizierter Verbindungen, hat es an seiner wissenschaftlichen Durchforschung nicht gefehlt. Viele Fortschritte in der wissenschaftlichen Erkenntnis wie auch in der Verarbeitung des Steinkohlenteers und seiner Destillationsprodukte sind mit dem Namen Gustav Krämer, einem Mitarbeiter Rütgers, so eng verknüpft, dass wir ihm fast auf jeder Seite dieses interessanten Kapitals begegnen. Bis jetzt sind mehr als 200 wohldefinierte chemische Verbindungen aus dem Teer abgeschieden worden. Von

Benzol

diesen Produkten bildet das Benzol etwa 10%, so dass davon in Deutschland jährlich etwa 100000 Tonnen im Werte von 20 Millionen Mark gewonnen werden, wovon etwa der fünfte Teil ausgeführt wird. Man darf annehmen, dass von den im Inlande verbleibenden 80000 Tonnen die grössere Hälfte in Anilin übergeführt wird, während der Rest zu anderen Zwischenprodukten für die Farbenindustrie, ferner in den chemischen Wäschereien, in der Automobilindustrie, zum Carburieren von Leuchtgas und vielen anderen gewerblichen Zwecken verwendet wird.

Naphthalin, Anthrazen

Von andern Produkten erfahren wir, dass im Jahre 1910 die deutsche Naphthalinproduktion etwa 35000 Tonnen im Werte von 5250000 Mark betrug, wovon für 1½ Millionen Mark exportiert wurde. Der deutsche

Digitized by Google

Verbrauch an Reinanthrazen betrug 1880 1400 Tonnen, wovon jedoch nur 200 in Deutschland gewonnen wurden und der Rest aus England kam, während der heutige Verbrauch von 5000 Tonnen im Werte von 1½ Millionen Mark ganz aus heimischen Produkten gewonnen wird.

Die Wiege der Teerfarbstoffe stand in Hofmanns Laboratorium in London, wo William H. Perkin 1856, mit Versuchen über eine Chininsynthese beschäftigt, bei der Behandlung von Anilin mit chromsaurem Kali einen violetten Farbstoff erhielt, den er nach der Malvenblüte „Mauve“ nennt und im folgenden Jahr in Greenford Green bei London fabriziert. 1859 behandelt Professor Emanuel Verguin in Lyon das Anilin mit Zinnchlorid und gewinnt das Anilinrot par excellence, das er nach der Fuchsiablüte „Fuchsin“ nennt und den Lyoner Seidenfärbern Renard frères überlässt. Bald folgt der erste gelbe Anilinfarbstoff, Hofmanns Chrysanilin, dann Girards Blau und Hofmanns Violett, die durch Einführung von Phenyl- und Methylgruppen in das Fuchsin entstehen. Und noch vor der Londoner Weltausstellung von 1862, auf der die Chemie ihre ersten tinktorialen Triumphe feiert, erscheint Hofmanns erste wissenschaftliche Untersuchung über die Zusammensetzung der von aller Welt bewunderten Anilinfarbstoffe. Anilinfarben

Unter den 13 Preisträgern der Ausstellung befinden sich fast nur englische und französische Firmen. Aber nun zögert auch Deutschland nicht mehr, an dem neuen Wettlauf teilzunehmen, und schon werden die Fundamente der deutschen Farbenfabriken gelegt.

Die Sellsche Teerdestillation in Offenbach, wo Hofmann das erste Kilo Anilin aus dem Steinkohlenteer Deutsche Farbenfabriken

Digitized by Google

extrahiert hatte, war 1850 in die Hände von K. Oehler übergegangen, der 1860 die Fabrikation von Mauve aufnimmt und bald das Fuchsin und ein schönes Anilinblau in den Handel bringt. In demselben Jahre richtet die Farbenhandlung von Friedrich Bayer in Elberfeld eine Fuchsinfabrik ein. 1863 nehmen Meister Lucius und Brüning in Höchst a. M. dieselbe Fabrikation auf „mit Unterstützung eines Chemikers und einer dreipferdigen Dampfmaschine". Das Pfund Fuchsin kostet noch 20 Taler, aber nach Jahresfrist sinkt der Preis auf 8 Taler.*) Gleichzeitig entsteht die Farbenfabrik von Wilhelm Kalle in Biebrich a. Rh. und zwei Jahre darauf, 1865, die Badische Anilin- und Sodafabrik in Mannheim, die aber bald infolge eines gegen die Ausdehnung des Werkes gerichteten Beschlusses der Stadtverwaltung ihren Sitz auf bayerisches Gebiet nach Ludwigshafen verlegt. Ferner errichtete 1870 die seit Anfang des vorigen Jahrhunderts bestehende Farbenhandlung Cassella & Cie. eine Anilinfarbenfabrik in Mainkur bei Frankfurt a. M., und 1873 gründeten C. A. von Martius und P. Mendelssohn-Bartholdy die Aktien-Gesellschaft für Anilinfabrikation in Rummelsburg bei Berlin.

Heute finden wir eine wesentlich veränderte Situation. Dem Zuge der Zeit folgend, haben sich, um einer vornehmlich dem Auslande zugute kommenden, weitgehenden Konkurrenz vorzubeugen, Interessengemeinschaften gebildet, durch die gleichzeitig eine erhebliche Verminderung der General-, Patent- und Prozesskosten erreicht wurde. 1904 schlossen sich die Werke

*) Farbwerke vorm. Meister Lucius u. Brüning, 1863—1913. Jubiläumsschrift. Höchst a. M. 1913.

Digitized by Google

von Höchst und Mainkur einerseits und kurz darauf diejenigen von Ludwigshafen, Elberfeld und Berlin andererseits zu engen Gemeinschaften zusammen. Der ersteren schloss sich später das Biebricher Werk an. Endlich wurde im folgenden Jahre das Oehlersche Werk von der 1856 gegründeten Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron aufgenommen.

Der damalige ausländische Vorsprung bereitete indessen der jungen deutschen Industrie grosse Sorge. In einer strengen Schule der Arbeit wuchs sie auf, ohne einheitlichen deutschen Patentschutz, ohne einen Weltmarkt für deutschen Gewerbefleiss, in harter gegenseitiger Konkurrenz auf beschränktem deutschen Absatzgebiet.

Aber man lernte mit bescheidenen Gewinnen rechnen, rationell fabrizieren, rastlos verbessern und sparsam zusammenhalten, während weittragende Monopole und grosse Gewinne das Ausland sorglos machten. Schon hatte Kekulé in Bonn (1867) in seiner Benzoltheorie den Kompass gefunden, dem sich die deutschen Pioniere in dem neuen Gebiet anvertrauen konnten, hatten Th. Petersen in Frankfurt und W. Körner in Mailand das Wirrsal der Benzolderivate ordnen helfen, und an die Stelle einer unfruchtbaren Nachahmungsindustrie tritt der kühne Flug eigener Forschung auf sicherer Tragfläche wissenschaftlicher Arbeit. Das Ziel ist die völlige Verdrängung der natürlichen Farbstoffe durch gleiche, bessere oder billigere Produkte der synthetischen Chemie, die Schöpfung einer nationalen Industrie, die sich unter deutscher Flagge den Weltmarkt erschliesst, eingedenk der prophetischen, 25 Jahre früher ausgesprochenen Worte Liebigs: „Wir glauben, dass morgen oder übermorgen jemand ein Verfahren entdeckt, aus

Benzoltheorie

Digitized by Google

Steinkohlenteer den herrlichen Farbstoff des Krapps oder das wohltätige Chinin zu machen."

Alizarin

Der erste epochemachende Schritt auf diesem Wege war in der Tat die Synthese dieses „herrlichen Krappfarbstoffes", des Alizarins, aus dem Anthrazen des Steinkohlenteers durch C. Gräbe und C. Liebermann in Berlin im Jahre 1869. Sie ging aus dem Laboratorium und der Forschungsrichtung von Adolf von Baeyer hervor, dem Schüler Kekulés und späteren Nachfolger Liebigs.

Die schwierige Aufgabe, diese Erfindung zur technischen Durchführung zu bringen, wurde von Heinrich Caro in der Badischen Anilin- und Sodafabrik mit Hilfe alkalischer Verschmelzung der Anthrachinonsulfosäure gelöst, einer kurz vorher von H. Wichelhaus bei der Bereitung von Naphthol in die Technik eingeführten, für die Farbenchemie äusserst fruchtbar gewordenen Reaktion.*)

Auf das erste, wegen der Verwendung von Brom technisch undurchführbare Verfahren hatten Gräbe und Liebermann am 23. März 1869 in Preussen ein Patent erhalten. Die Patentierung des neuen brauchbaren Weges über die Sulfosäure aber wurde von der technischen Deputation des preussischen Handelsministeriums versagt,**) weil diese Methode gegenüber der ersten „keinen Erfindungsgedanken enthalte". Durch diese Entscheidung war das unbrauchbare Verfahren in Deutschland geschützt, das brauchbare aber ungeschützt und

*) A. Wichelhaus. Organische Farbstoffe. Dresden, 1909. S. 34 und Derselbe: Sulfiren, Alkalischmelze der Sulfosäuren, Esterifizieren. Leipzig 1911. S. 97.

**) Erinnerungen an die technische Deputation für Gewerbe im Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure. 1911, 3, 265.

Digitized by Google

wurde alsbald auch in anderen deutschen Fabriken aufgenommen.*)

Aber auch England war auf dem Plan. Unabhängig von Caro hatte Perkin die Sulfosäure dargestellt und mit Alkali verschmolzen, und nur einem glücklichen Zufall war es zu danken, dass den deutschen Erfindern die Früchte ihrer Arbeit nicht auch in England verloren gingen: das englische Patent von Caro, Gräbe und Liebermann wurde in London (am 25. Juni 1869) gerade einen Tag früher eingereicht als das von Perkin. Die Deutschen waren loyal genug, sich zu einer Teilung des englischen Marktes mit Perkin bereitfinden zu lassen.

Zur Zeit der Aufnahme des künstlichen Alizarins in Deutschland belief sich der jährliche Weltverbrauch von Krappfarbstoff auf ca. 50 Millionen kg Wurzeln mit 1—1½ Prozent Farbstoffgehalt oder ½—¾ Millionen Kilogramm 100prozentiger Ware mit einem Verkaufswert von ca. 45 Millionen Mark. Die neue Fabrikation

*) Dies ist nicht der einzige Fall, dass diese Behörde ein wichtiges Patent versagte: H. Caro hatte 1869 bei der Einwirkung von Leuchtgas auf Salpetersäure die Bildung von Nitrobenzol beobachtet. Als er bei einem Versuche abberufen wurde, fand er nach seiner Rückkehr, dass die vorgelegte Salpetersäure verbraucht war, das gebildete Nitrobenzol aber grosse Mengen Benzol enthielt. Caro bemerkte alsbald, dass das Nitrobenzol für das Benzol als Lösungsmittel gedient und dessen Extraktion aus dem Leuchtgas bewirkt hatte und hatte darauf mit Engelhorn und den Brüdern Clemm das englische Patent 488/69 erhalten; die preussische Behörde fand aber in diesem Extraktionsverfahren keinen Erfindungsgedanken. Gegenwärtig bildet die Extraktion des Benzols aus dem Steinkohlengas durch hochsiedende Oele die Grundlage für die Gewinnung der Nebenprodukte bei den Kokereien. (Bernthsen, H. Caro, Ber. d. d. chem. Ges. 1912, Sonderabruck Seite 21.)

Digitized by Google

entwickelte sich rasch. Im Jahre 1873 wurden bereits 100000 kg künstliches Alizarin produziert. 1877 wurde die ehemalige Höchstmenge des Pflanzenproduktes von 750000 kg überschritten. 1884 stieg die Produktion auf 1350000 kg und erreichte zu Anfang des neuen Jahrhunderts die Höhe von 2 Millionen kg, wovon vier Fünftel auf Deutschland entfallen. Der Krappbau, der 1870 in Frankreich, dem Hauptproduktionslande, dem Lande der roten Militärhosen, über 20000 Hektar bedeckte, hatte bereits nach wenigen Jahren aufgehört.

War das Prinzip der Darstellung dieses kostbaren Farbstoffes einmal entdeckt, so liess es sich die Industrie nicht nehmen, aus dem Anthrazen zahlreiche ähnliche Farbstoffe darzustellen, die ihm an Lichtechtheit und an Schönheit nicht nachstehen, zum Teil aber übertreffen. Die Zahl der heute auf dem Markt befindlichen bunten Anthrazenfarben, die in allen Tönen vom Orange zum Gelb, Purpur, Blau und Braun bis zum tiefsten Echtschwarz gehen, ist sehr bedeutend. Als besonders unzerstörbar am Licht mögen die Indanthrenfarbstoffe von R. Bohn, die in Echtheit und Schönheit den Indigo übertreffen, und die in allen Nuancen auftretenden Algol- und Helindonfarben genannt werden. Die deutsche Ausfuhr aller Anthrazenfarbstoffe beträgt gegenwärtig 12 Millionen kg (in Pasten verschiedener Konzentration) im Werte von ca. 20 Millionen Mark.

Anthrazenfarben

Eosinfarben

Wir schlagen ein anderes Blatt der Geschichte auf und befinden uns in der Mitte der siebziger Jahre. Wir erfahren von einer neuen Gruppe, den von Adolf von Baeyer entdeckten Eosinfarben, die ohne die für die Alizarinfarben nötige Beize direkt Wolle und Seide anfärben und überraschend schöne Färbungen von den

Digitized by Google

hellsten Tönen der Morgenröte bis zum leuchtenden Rot der Cochenille und zum tiefsten Scharlach geben. Trotz hoher Preise finden sie bald Eingang in der Seidenfärberei und beherrschen die Mode der Damen. Es gibt aber noch kein deutsches Patentgesetz; das Verfahren wird geheimgehalten. Hofmann jedoch löst das Geheimnis, enträtselt die Abstammung des Eosins vom Resorcin, und alsbald werden die neuen Farbstoffe Allgemeingut.

Aber schon glänzt ein neuer Regenbogen am Himmel der Farbenchemie. Der Sohn eines Schmiedes aus einem Dörfchen bei Kassel am Fusse des Meissner, Peter Griess, hat das Kolbesche Laboratorium in Marburg besucht, kurze Zeit in der Oehlerschen Teerdestillation in Offenbach gearbeitet und kommt 1858 als Assistent Hofmanns nach London. Durch Hofmann lernt er 1862 den Direktor der Brauerei Allsopp & Sons, Heinrich Böttinger, kennen, den Vater des langjährigen Direktors der Elberfelder Farbenfabriken und bekannten Parlamentariers H. T. von Böttinger. Als Betriebschemiker dieser grössten Brauerei Englands hat Peter Griess über ein Vierteljahrhundert in Burton on Trent gewirkt. Aber der Geist des Hofmannschen Laboratoriums verlässt ihn nicht, und mit dem Forschungseifer des Gelehrten widmet er jede Mussestunde seiner stillen wissenschaftlichen Lebensarbeit.

Jedem Chemiker ist die Diazoreaktion von Griess bekannt; wie der rote Faden durch die Taue der englischen Marine zieht sie sich durch die Industrie der organischen Farbstoffe. Als ihn Caro 1876 besucht, zeigt ihm Griess eine ganze Sammlung der schönsten Farbstoffpräparate. Die Griesssche Reaktion hat zu der

Azofarbstoffe

Digitized by Google

grössten, sich immer noch erweiternden und der ausgedehntesten Anwendung fähigen Farbstoffgruppe, den Azofarbstoffen, geführt. Die erste technische Nutzbarmachung der neuen Methode, das Chrysoidin von Otto N. Witt, liegt noch vor dem deutschen Patentgesetz und teilt das Schicksal des Eosins, da Hofmann auf Veranlassung von Martius seine Herkunft ergründet und in den Berichten der Chemischen Gesellschaft veröffentlicht. Dem Einwande Witts*) begegnet er mit den Worten: „Die Zeit der Arkanisten ist vorbei."**) Das erste deutsche Azofarbstoffpatent vom 12. März 1878 „zur paarweisen Verbindung von Diazophenolen mit Phenolen" trägt den Namen Peter Griess. Nach dem A. Wintherschen Handbuch sind bis 1905 in Deutschland 1345 Verfahren dieser Gruppe patentiert worden. Seitdem hat sich diese Zahl auf nahezu 2000 erhöht.

Nachdem einmal die Methode gegeben, war kein Halten mehr; eine endlose Kombinationsarbeit beginnt, bei der alle Benzolderivate durch Azogruppen einfach und mehrfach „gepaart" werden. In dem ersten Patent der Höchster Farbwerke vom 24. April 1878 zeigt H. Baum, dass auch die Naphthalinderivate neue Kombinationen bilden, und alsbald folgt eine Flut von immer schöneren Farbtönen aller Nuancen. Auch an schönen Namen fehlt es nicht. Da ist das Salmrot von C. L. Müller und das Echtrot von Caro, das Orseillerot von Schunke, die Oxaminfarben von Bernthsen und Julius in der Badischen Fabrik, das Biebricher Scharlach von Nietzki, das Höchster Ponceau von Baum, die Berliner Congofarben von Böttiger, Pfaff und

*) Ber. d. d. chem. Ges., 1877, 10 350.

**) Ber. d. d. chem. Ges., 1877, 10 388.

Digitized by Google

Schultz, die Elberfelder Benzopurpurine von Duisberg und die Croceine von Frank, das Elberfelder Diamantschwarz, das Echtrot „C“ von O. N. Witt, endlich die Cassellaschen Diaminfarben von Gans, Weinberg und Hoffmann, die vom Gelb über Scharlach, Rot, Braun, Blau bis zum Schwarz gehen, und hundert andere, die bei der Billigkeit des bis dahin fast wertlosen Naphthalins zu niedrigen Preisen auf den Markt kommen und von den Färbern begierig aufgenommen werden. Mit dem Erscheinen der Azofarbstoffe hat die Einfuhr von Cochenille ganz und die von Blauholz und Farbholzextrakten fast ganz aufgehört, statt dessen haben sich die neuen durch die Mannigfaltigkeit der Töne wie durch leichte Handhabung der Färbemethoden ausgezeichneten Stoffe heute einen Weltmarkt erobert, der nach Millionen zählt.

Konstitution der Farbstoffe

Inzwischen war den Entdeckungen die theoretische Erforschung der Natur der Farbstoffe Schritt für Schritt gefolgt, die ihrerseits wiederum die Praxis von neuem befruchtete. Die Aufklärung der Konstitution der Hofmannschen Rosanilinfarbstoffe durch Emil und Otto Fischer*), die Theorie der Farbstoffbildung von O. N. Witt und die Einführung der Fittigschen Diketonformel in die Konstitution der Farbstoffe durch Nietzki regen zu immer neuen und fruchttragenden Entdeckungen und Erfindungen an. In dem Masse, wie sich mit der Ausdehnung der Farbenindustrie die Hände mehrten, die an ihrer Weiterentwicklung arbeiten, wurde nicht nur der erworbene Besitz intensiver bebaut, sondern auch neue grosse Provinzen des fruchtbaren Landes hinzugewonnen.

---

*) Ber. d. d. chem. Ges., 1876, 9, 891 und 1878, 11, 473, 612 und 1079.

Digitized by Google

Indigo

An der Schwelle des neuen Jahrhunderts angelangt, dürfen wir noch ein Blatt dieser farbenreichen Geschichte aufschlagen. Die Erfindung der synthetischen Gewinnung des **Indigos**, des schönsten und haltbarsten Farbstoffes des Altertums, gehört deshalb zu den grössten Triumphen der deutschen Farbenchemie, weil sowohl ihre wissenschaftliche Entdeckung wie auch ihre technische Durchführung ein ungewöhnliches Mass von Intelligenz, Ausdauer und Unternehmungsgeist erforderten.

20 Jahre planvoller, scharfsinniger Forschungsarbeit hatte es bedurft, bis Adolf von Baeyer im Jahre 1880 den künstlichen Aufbau des Indigos aus dem Steinkohlenteer vollendet hatte; aber noch 17 Jahre hat es gedauert, bis die Lösung des grössten wirtschaftlichen Problems der Teerfarbenindustrie, die Konkurrenzfähigkeit des synthetischen Indigos mit dem Farbstoff der Indigopflanze, nach rastlos zielbewusster Arbeit unter der genialen Leitung Heinrich von Bruncks durch die Tatkraft von R. Knietsch in der Badischen Anilin- und Sodafabrik unter Benutzung der Heumannschen Indigosynthese aus Phenylglyzin-Carbonsäure erreicht wurde. Nach vielen vergeblich eingeschlagenen Wegen bediente man sich wiederum des im Steinkohlenteer so reichlich vorhandenen billigen Naphthalins als Ausgangsmaterials. Aber es bedurfte einer langen Reihe komplizierter Umwandlungen, um bis zum Endprodukt zu gelangen. Um das Naphthalin in Anthranilsäure zu verwandeln, musste, wie bereits erwähnt, das billigste Oxydationsmittel, die Schwefelsäure, herangezogen und die Einrichtung getroffen werden, jährlich 120 Millionen Kubikmeter gasförmige schweflige Säure mit Hilfe des neuen Kontaktverfahrens wieder in Schwefelsäure zurückzuverwandeln. Zur Beschaffung eines anderen

Digitized by Google

Zwischenprodukts, der Chloressigsäure, musste die Chlorfabrikation aufgenommen werden, die nach dem Griesheimer elektrolytischen Verfahren eingerichtet wurde. Welche Summen diese Anlagen verschlangen, ergibt sich daraus, dass bis zum Jahre 1900 in Ludwigshafen 18 Millionen Mark für die Indigofabrik investiert wurden.

Aber auch die Höchster Farbwerke hatten das Problem seit 20 Jahren bearbeitet, und kurze Zeit nach dem Erfolge der Badischen Fabrik wurden auch diese Bemühungen von Erfolg gekrönt, indem man sich eine wichtige Beobachtung von J. Pfleger in der Deutschen Gold- und Silberscheideanstalt in Frankfurt a. M. zunutze machte, wonach eine schon lange bekannte, vom Anilin ausgehende Indigobildung nach C. Heumann unter Anwendung von Natriumamid wesentlich bessere Ausbeuten lieferte als mit dem bis dahin bei der Phenylglyzinschmelze verwendeten Alkali, dessen Wassergehalt schädlich wirkte. Man erkannte alsbald, dass man das wasserzersetzende metallische Natrium mit gleichem Erfolge verwenden konnte. Da sich ausser dem Anilin auch die meisten übrigen Zwischenprodukte im offenen Markte befanden, bedurfte es hier keines grossen Anlagekapitals, und schon im Jahre 1901 konnte man in Höchst mit der Fabrikation von Indigo aus dem Anilin beginnen, das 75 Jahre zuvor, wie bereits erwähnt, von Otto Unverdorben durch Destillation von Indigo zum erstenmal dargestellt worden war.

Als der deutsche Indigo 1897 auf den Markt kam, betrug die Weltproduktion von Pflanzenindigo 6 Millionen kg, auf 100prozentige Ware gerechnet, im Werte von 80 Millionen Mark. Schon 1900 war diese Produktion stark gesunken; sie ist jetzt auf ein Sechstel zurück-

Digitized by Google

gegangen. In Englisch-Indien, das vier Fünftel der Weltproduktion lieferte, bedeckte die Anbaufläche im Jahre 1896 noch 1½ Millionen, 1904 noch ½ Million Acker; sie ist heute auf 300000 Acker gesunken. Der Indigo in San Salvador, Guatemala und auf Java ist auf ein Achtel herabgesunken. Auch mit dem Pflanzenindigo in China und trotz eines hohen Zolles in Japan hat das synthetische Produkt den Wettbewerb mit Erfolg aufgenommen.

Die Einfuhr Deutschlands betrug vor 1897 bis zu 20 Millionen Mark im Jahre; sie ist auf eine halbe Million gesunken. Andererseits hob sich die deutsche Ausfuhr bis 1900 auf annähernd 10 Millionen Mark, überstieg 1905 25 Millionen und beträgt gegenwärtig 40—45 Millionen Mark. Der Bilanzunterschied Deutschlands beträgt also auf der Gewinnseite mehr als 60 Millionen Mark. Gleichzeitig aber wurden zugunsten der Konsumenten die Preise vorteilhaft beeinflusst, da der Marktpreis für 100prozentigen Indigo, der 1897 noch über 16 Mark betrug, gegenwärtig auf weniger als 7 Mark herabgegangen ist.*)

*)	Deutschland				Britisch-Ostindien	
	Indigoeinfuhr in		Indigoausfuhr[1]) in		Indigoausfuhr in	
	1000 kg	1000 M.	1000 kg	1000 M.	cwt.	Pfd. St.[2])
1896	1978	20 720	581	6 391	187 337	3 569 670
1899	1107	8 309	1 364	7 845	135 187	1 980 819
1902	526	3 687	5 284	18 462	89 750	1 234 837
1905	197	1 202	11 165	25 721	49 252	556 405
1908	108	882	15 456	38 655	32 490	424 849
1911	70	446	21 618	41 830	16 939	225 000

[1]) In Form von meist 20prozentiger Paste.

[2]) à 15 Rupien.

Digitized by Google

Das Färben mit Indigo ist von alters her eine besondere Kunst gewesen. Man bringt nämlich den Farbstoff nicht direkt auf die Faser, sondern stellt in der sogenannten Indigoküpe mit Hilfe von Reduktionsmitteln einen in Wasser löslichen farblosen Indigo her, tränkt die Gewebe mit der Lösung, die in jede Faser eindringt, und lässt den blauen, ganz unlöslichen Farbstoff durch Oxydation an der Luft entstehen. Dieser haftet daher nicht auf, sondern in der Faser und besitzt grosse Widerstandsfähigkeit. Man hat deshalb versucht, den Indigo in andere Küpenfarbstoffe umzuwandeln und fand ebenso schöne und echte Farben, röterer oder grünerer Schattierungen, in seinen Chlor- und Bromderivaten.*)

Antiker Purpur

Bei diesen Untersuchungen ist die merkwürdige Entdeckung gemacht worden, dass man in einem künstlich hergestellten Dibromindigo den Purpur der Alten erkannte. Dieser von den Phöniziern aus der Purpurschnecke des Mittelmeers gewonnene kostbare Farbstoff war im Laufe der Zeit vergessen worden. Man kannte nicht einmal seine wirkliche Farbe, bis Paul Friedländer in Darmstadt im Jahre 1909 den antiken Purpur zum Gegenstande einer interessanten Untersuchung machte. Aus 12000 Schnecken der Art Murex brandaris, die am besten mit der von Plinius beschriebenen Purpurea übereinstimmt, wurden die Farbdrüsen herauspräpariert, durch kurzes Belichten an der Sonne der Farbstoff entwickelt, durch Lösungsmittel extrahiert und aus Chinolin umkrystallisiert. So gewann er andert-

*) Bis zum Jahre 1907 wurden in Deutschland 316 mit dem Indigo im Zusammenhang stehende Patente genommen. Die ersten Patente Baeyers, No. 11857 und 11858 zur Darstellung von Indigo aus Orthonitrozimtsäure wurden im März 1880 eingereicht.

Digitized by Google

halb Gramm des natürlichen Farbstoffs, der mit dem künstlichen Dibromindigo identisch ist. Diese geringe Ausbeute erklärt die Kostbarkeit des Farbstoffs, mit dem im Altertum nur die königlichen Gewänder gefärbt werden durften, und dessen damaligen Preis Friedländer auf 40—50 000 Mark pro kg schätzt. Die Farbe entspricht nicht unserem heutigen Begriff des Purpurs, sondern zeigt ein rötliches Violett.

Indigorot

Schon vor dieser schönen Untersuchung hatte derselbe Forscher versucht, andere Elemente in das Indigomolekül einzuführen. Als er den Stickstoff durch Schwefel ersetzte, erhielt er einen Thioindigo, von karmoisinroter Farbe, der zu einer neuen Gruppe zahlreicher indigoider Farbstoffe verschiedener Töne geführt hat, die an Echtheit und Widerstandskraft gegen Witterungseinflüsse dem Indigo nicht nachstehen und deshalb ebenso wie der künstliche Indigo selbst zum Färben von Militär- und Marinetuch verwendet werden; insbesondere auch für die neuen feldgrauen und khakifarbenen Stoffe.

Schwefelfarbstoffe

Endlich hat die Einführung des Schwefels auch bei anderen Farbenklassen zu sehr echten Farbstoffen geführt. Diese Schwefelfarbstoffe, die sich zugleich durch ihre Billigkeit auszeichnen, geben gelbe, orange, grüne, blaue, braune und schwarze Töne und werden seit etwa zehn Jahren in grossen Mengen zum Färben von Wolle und Baumwolle verwandt. In dieser Zeit ist die Zahl der patentierten Verfahren auf 630 angewachsen.

Aber wir müssen es uns versagen, noch weiter in die Geheimnisse der Farbchemie einzudringen, zumal dieser, wenn auch flüchtige Einblick in ihre Geschichte die Bedeutung für unsere Volkswirtschaft und für die Befreiung von ausländischen Tributen zur Genüge dartut.

Digitized by Google

Während Deutschland in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts etwa 50 Millionen Mark für ausländische Farbstoffe zahlte, hat die deutsche Ausfuhr an Teerfarbstoffen gegenwärtig die Höhe von 200 Millionen Mark erreicht.*) Da dieser Export etwa drei Viertel bis vier Fünftel der Gesamtproduktion beträgt, so darf diese zurzeit auf annähernd 250 Millionen Mark jährlich geschätzt werden. Hierbei ist die für den Konsumenten wichtige Tatsache zu berücksichtigen, dass der Durchschnittskilopreis der synthetischen Farbstoffe in den letzten 15 Jahren von 4 Mark auf etwa 2 Mark zurückgegangen ist. Die beiden vorher erwähnten Konzerne der deutschen Teerfarbenfabriken verfügen gegenwärtig zusammen über ein Aktienkapital von 162,5 Millionen Mark und gaben im Jahre 1911 eine Dividende von 42,93 Millionen Mark oder durchschnittlich 25,8 Prozent.

Produktionswert der deutschen Farbenindustrie

So sehr wir nun diese Erfolge der Teerfarbenindustrie und insbesondere ihre wissenschaftlichen Leistungen bewundern, so ist doch nicht zu verkennen, dass, abgesehen von ihrer ästhetischen Seite, der farbenfreudigen Verschönerung des menschlichen Daseins, ihr Nutzen für die Volkswohlfahrt vorwiegend auf wirtschaftlichem Gebiete liegt. Aber ihre scharfsinnigen Verfahren und ihre technischen Hilfsmittel sind bald auf andere Gebiete

Heilmittel

---

*) Nach Position 319, 320 und 321 des Zolltarifs wurden 1912 ausgeführt:

Alizarin (in Pastenform)	11 589	Tonnen	für	23,64	Millionen Mark
Indigo „ „	24 827	„	„	45,21	„ „
Andere Teerfarben	59 696	„	„	133,76	„ „
zusammen	96 111	Tonnen	für	202,61	Millionen Mark

Chem. Ind. 1913, 36, 69.

Digitized by Google

übertragen worden, die in den letzten Dezennien in noch höherem Sinne für die Volkswohlfahrt von eminent kultureller Bedeutung geworden sind. Im Besitze der synthetischen Methoden der organischen Chemie, dehnten die Forscher ihre Studien auf andere Klassen von Kohlenstoffverbindungen aus, die zu dem menschlichen Leben in irgendeiner Beziehung stehen.

In erster Linie steht hier die Bedeutung der chemischen Synthese für die Bekämpfung der Krankheiten und Seuchen. Der Beginn einer zielbewussten Forschung in dieser Richtung liegt 25 Jahre zurück. Bis dahin hatte man sich von gelegentlichen Beobachtungen und Vermutungen leiten lassen, bei denen der Zufall oft eine wesentliche Rolle spielte. Schon bei der Einführung eines der wichtigsten Arzneimittel war dies der Fall. Als die Scheringsche Fabrik im Jahre 1869 auf Veranlassung von O. Liebreich das 1832 von Liebig entdeckte Chloralhydrat als Schlafmittel in die Medizin einführte, glaubte dieser, es würde sich im Blut allmählich in Chloroform umsetzen, dessen narkotische Wirkung schon 1831 bei seiner ebenfalls durch Liebig erfolgten Entdeckung erkannt worden war. Es zeigte sich, dass zwar der gewünschte Erfolg, nicht aber die Voraussetzung zutraf; dass diese Umwandlung zwar im Reagenzglase mit starkem Alkali, aber nicht im schwach alkalischen Blute vor sich geht.

Noch seltsamer war die Entdeckung des ersten erfolgreichen synthetischen Fiebermittels, des Azetanilids, im Jahre 1887, die auf einer ganz zufälligen Verwechslung mit dem ähnlich aussehenden Naphthalin in der Koppschen Apotheke in Strassburg beruht. Bei therapeutischen Versuchen zeigte das vermeintliche Naphthalin

Digitized by Google

eine stark antifebrile Wirkung, und als man den Irrtum bemerkte, war noch gerade genug von dem willkommenen Mittel vorhanden, dass man es mit dem schon lange bekannten Azetanilid identifizieren konnte, das nun als Antifebrin eine rasche Verbreitung fand. Aehnlich war es um dieselbe Zeit mit der Entdeckung des Antipyrins durch L. Knorr in Jena, das auf Grund seiner vermeintlichen Beziehungen zum Chinin als Antipyreticum erkannt wurde, obwohl Knorr selbst später nachwies, dass es in seiner Konstitution mit dem Chinin nichts zu tun habe, sondern zu einer ganz andern Gruppe, den Pyrazolonderivaten, gehörte.

Die neuen Fiebermittel konnten jedoch ihre eminente Bedeutung bald bei der Bekämpfung einer grossen Influenzaepidemie beweisen, die nach 30jähriger Pause die Kulturwelt mit ungeheurer Heftigkeit überfallen hatte; sie zeigten aber zugleich den Pharmakologen die merkwürdige Tatsache an, dass im Gegensatz zu den früheren Anschauungen Heilmittel von unter sich ähnlicher Wirkung in sehr verschiedenen Gruppen der organischen Chemie angetroffen wurden.

Die Folge davon war ein Durchprobieren aller möglichen chemischen Verbindungen am Tier- und Menschenkörper, wobei sich aber gewisse Gesetzmässigkeiten ergaben, die doch einen Einfluss bestimmter Atomgruppierungen auf bestimmte Wirkungen erkennen liessen, wie man dies bei den Farbstoffen schon lange gewohnt war. Wie die hypnotische Wirkung bei den gechlorten Methanen mit der Anzahl der Chloratome bis zum Chloroform anstieg, so bemerkte man eine ähnliche Steigerung gelegentlich der Einführung des Sulfonals in den Arzneischatz. Die hypnotische Wirkung dieses

Digitized by Google

Mittels war auch ganz zufällig beobachtet worden. Bei physiologischen Stoffwechselversuchen mit schwefelhaltigen Stoffen bediente man sich im Baumannschen Laboratorium zu Freiburg i. B. dieser dort gerade dargestellten Verbindung, war aber erstaunt, dass das Versuchstier, ein Hund, nach Verabreichung des Sulfonals in einen dauerhaften Schlummer versetzt wurde. Es lag nahe, diese überraschende Wirkung durch die Anwesenheit zweier Aethylgruppen zu deuten, wie eine solche auch im gewöhnlichen Alkohol vorhanden ist. Die Ansicht bestätigte sich, als man durch die Einführung einer dritten und vierten Aethylgruppe aus dem Sulfonal ein Trional und ein Tetronal herstellte, deren hypnotische Wirkung mit der Zahl dieser Gruppen in der Tat anstieg.

Es begannen nun vergleichende klinische Versuche, in denen man die Wirkung der verschiedensten Atomgruppierungen studierte, die in manchen Fällen wichtige Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung zu erkennen gaben. Wenn wir uns auch heute noch mit der Auffindung solcher Beziehungen am Anfange eines langen und schwierigen Weges befinden, so wird sie doch dadurch erleichtert, dass sich inzwischen ein umfangreiches Versuchsmaterial angesammelt hat. Finden sich doch in den Zusammenstellungen von J. D. Riedel bis zum Jahre 1912 über 5000 chemische Präparate verzeichnet, die alle eine Heilwirkung haben sollen und der leidenden Menschheit angeboten wurden. Es versteht sich von selbst, dass ein erheblicher Teil derselben ein Eintagsleben führte und mit dem Empfange eines mehr oder weniger schönen Namens seine ephemere Rolle ausgespielt hatte. Aber bei manchen dieser Mittel zeigte sich, dass man

Digitized by Google

auf richtigem Wege war, dass sich die Voraussetzungen bestätigten, aus denen sie hervorgegangen waren, und aus der Menge der Präparate hoben sich manche heraus, die sich in jahrelanger Prüfung bewährt und als heilsame Präparate in den Arzneischatz aufgenommen werden konnten. Aus dem Gewirr der Tatsachen ergaben sich Richtlinien, die zu neuen Versuchen anregten und neue heilbringende Wege eröffneten.

Antipyretica

So fanden neben dem Knorrschen Antipyrin, das von den Höchster Farbwerken eingeführt wurde und unter den synthetischen Heilmitteln wohl den grössten materiellen Erfolg gehabt hat, das Tolupyrin und das Salipyrin Aufnahme, ferner das mandelsaure Antipyrin oder Tussol als Mittel gegen Keuchhusten, das Valerylaminoderivat als Neopyrin, und endlich das allmählich, aber länger andauernd wirkende und dreimal so kräftige Pyramidon, das Amin des Antipyrins. Neben dem Azetanilid erschien sein Aethoxyderivat, das Phenazetin, das als billigstes Antipyreticum eine grosse Bedeutung gewann, ferner das stärker beruhigende und leicht hypnotisch wirkende Laktophenin und das zugleich antiseptisch wirkende Aminophenazetin oder Phenokoll. Aber alle diese synthetischen Antipyretica haben doch das alte Malariamittel, das Chinin, nicht erreicht, das trotz des bitteren Geschmacks und des hohen Preises seine souveräne Stellung nicht verloren hat.

Anästhetica

Das Studium der Pflanzenalkaloide, Strychnin, Atropin, Brucin, Cocain, Codein, Coniin usw., von denen die meisten synthetisch aufgebaut worden sind, hat manche wichtigen Aufschlüsse über den Zusammenhang zwischen Konstitution und physiologischer Wirkung gegeben, die zur Auffindung neuer Heilmittel angeregt haben. Als Beispiel mag das Cocain gelten, das von

Digitized by Google

den Indianern, die beim Lastentragen in den Bergen Südamerikas beständig Cocablätter kauen, benutzt wird, um grosse Strapazen und Arbeitsleistungen zu bewältigen, ohne ein Ermüdungsgefühl zu empfinden. Durch die bahnbrechende Entdeckung Kollers im Jahre 1884 wurde die Anwendung des Cocains in der Medizin zum Zwecke der Lokalanästhesie eröffnet. Das Studium dieses für die Chirurgie unentbehrlichen Stoffes führte zu der Vermutung, dass die anästhesierende Wirkung auf einzelne Atomgruppierungen des komplizierten Moleküls zurückzuführen sei, die dadurch bestätigt wurde, dass man auf Grund solcher Ueberlegungen in dem Eucain, dem Stovain, dem Alypin und dem Neocain Ersatzmittel von weit einfacherer Zusammensetzung, aber besserer Wirkung und geringerer Giftigkeit auffand.

Hypnotica Dem Chloralhydrat folgten eine grosse Anzahl synthetischer Halogenderivate, wie die halogenisierte Fettsäure, das Sabromin, von E. Fischer und von Mehring, die den Aerzten neue Schlaf- und Nervenheilmittel in die Hand gaben; die schon genannten Sulfonalpräparate wurden übertroffen durch das Veronal,*) mit dem dieselben Forscher die Barbitursäureabkömmlinge
Diuretica in den Arzneischatz einführten. Von Emil Fischer wurden endlich die Alkaloide der Puringruppe aufgebaut, das Theobromin des Kakaos, das Coffein des Kaffees und das Theophyllin des Thees, und viele ihrer Derivate, die sich als wertvolle Diuretica namentlich im Kampfe gegen die Leiden der Wassersucht bewährt haben.

---

*) Statt des unlöslichen Veronals ist neuerdings das lösliche Veronalnatrium oder Medinal vorgeschlagen worden.

Digitized by Google

Der durch ihre antineuralgischen Wirkungen ausgezeichneten, schon 1860 von Kolbe als eines der ersten synthetischen Heilmittel gewonnenen Salizylsäure folgten zahlreiche Derivate, unter denen zurzeit ihre Azetylverbindung, das Aspirin der Elberfelder Farbenfabriken, eine bedeutende Rolle spielt. Antineuralgika

Unter den neuen Gichtmitteln sind es vornehmlich die stickstoffhaltigen Ringkörper, das schon 1890 von A. W. Hofmann entdeckte Diäthylendiamin oder Piperazin, das vom Chinin abstammende Chinolin und seine Derivate, die wegen ihrer harnsäurelösenden Kraft zahlreiche wirksame Heilmittel gebracht haben, von denen das Lysidin, das Urotropin genannt werden mögen und vor allem das von der Scheringschen Fabrik eingeführte Atophan, ein Derivat der Cinchoninsäure, das durch seine starke, Harnsäure ausscheidende Wirkung bei Gicht und Gelenkrheumatismus mit grossem Erfolge verwendet wird.

Auch auf die Gewinnung wirksamer Stoffe animalischen Ursprungs hat sich die synthetische Forschung in der sog. Organotherapie ausgedehnt. Dem wirksamen Ferment der Schilddrüse, dem jodhaltigen Thyreoidin, folgte die den Blutdruck steigernde, die Gefässe verengende wirksame Substanz der Nebenniere, das Adrenalin,*) das von F. Stolz synthetisch aufgebaut und von den Höchster Farbwerken als Suprarenin in den Arzneischatz als das beste blutstillende und adstringie- Organotherapie

*) Zur Herstellung von einem Kilogramm Adrenalin sind die Nebennieren von 40000 Ochsen erforderlich; dieses und andere Drüsenpräparate werden gegenwärtig in den grossen amerikanischen Schlachthäusern hergestellt. (C. Duisberg. Fortschritte und Probleme der chemischen Industrie. Ztschr. ang. Chemie 1913, 26, 1.)

Digitized by Google

rende Mittel eingeführt wurde. Das phosphorhaltige Lezithin und das Myelin, als wichtige Stoffe der Gehirnsubstanz, der die Blutgerinnung aufhebende Bestandteil des Blutegels, zahlreiche Verdauungsfermente und Pankreaspräparate wurden der Heilkunde zur Verfügung gestellt. Endlich gewann man durch künstliche Verdauung von Fleisch zahlreiche hauptsächlich aus Aminosäuren bestehende Präparate, wie das Erepton von Abderhalden, die als Nährmittel dienen in Fällen, wo die Verdauungstätigkeit versagt.

Bakteriologie Neue Bahnen aber mussten eingeschlagen werden, als es galt, die furchtbarsten Feinde der Menschheit, zu treffen, die unsichtbaren pathogenen Mikroorganismen, die Erreger von Tuberkulose, Cholera und anderen ansteckenden Seuchen. Hier war es wieder die Farbenchemie, die dem Forscher als Scheinwerfer diente bei dem Eindringen in völlig dunkle Gebiete.*) Die schon lange als Ursache der Epidemien vermuteten kleinsten Lebewesen konnten so lange nicht erkannt und ihre Lebensbedingungen nicht erforscht werden, als sie sich in ihrer Farblosigkeit von dem Gemisch physiologischer Stoffe unter dem Mikroskop nicht abhoben. Da zeigte Karl Weigert in Leipzig 1871, dass viele Mikroorganismen sichtbar werden, wenn man die Präparate mit bestimmten Farbstofflösungen anfärbt und mit Alkohol auswäscht. Es fand sich, dass die Bakterien, wie die Seidenfäden, den Farbstoff festhalten und intensiv gefärbt auf hellem Grunde hervortreten. In der Hand von Robert Koch führte diese Methode bekanntlich zur Entdeckung, Züchtung und Erforschung des Erregers der Tuberkulose. Bald folgten die Erreger von Milz-

*) A. Binz. Die Mission der Teerfarben-Industrie. Berlin 1912.

Digitized by Google

brand, Cholera, Ruhr, Pest, Genickstarre, Tetanus, Influenza, Malaria, Diphtherie und endlich die, wie der Name sagt, schwer erkennbare Spirochaeta pallida, die blasse Spirochaete, der Erreger der Syphilis, der erst 1905 von Schaudinn durch ein besonderes Färbeverfahren entdeckt werden konnte. Die chemische Industrie hat aber nicht nur in dem Kampfe gegen die Seuchen diesen unmittelbaren und wesentlichen Anteil genommen, sie hat sich auch entschlossen, selbst die Waffen zu schmieden, um diesen Kampf durchzuführen. Eine neue Industrie wurde geschaffen, um der im eminentesten Sinne der Volkswohlfahrt dienenden Serumtherapie und Chemotherapie einen sicheren fabrikatorischen Boden zu schaffen.

Serumtherapie

So entstand in den Höchster Farbwerken unter der Leitung von Kochs Mitarbeiter Libbertz ein neuartiger Betrieb, dem als Rohmaterial Diphtheriebazillen und dem bakteriologische Verfahren zur Fabrikation eines Antitoxins dienen, das nicht in chemischen Retorten, sondern im Körper des Pferdes erzeugt wird. Die Betriebe bestehen daher aus Pferdeställen und bakteriologischen und chemischen Laboratorien. Das 1892 von v. Behring entdeckte Heilserum, dessen sichere Wirkung allgemein anerkannt ist, hat auf diesem Gebiete den grössten Erfolg gehabt. Dem Diphtherieserum folgte das Tetanusantitoxin und eine ganze Reihe anderer Stoffwechselpräparate zur Bekämpfung von Menschen- und Tierkrankheiten. In Höchst werden gegenwärtig 36 verschiedene Produkte bakteriologischer Art hergestellt.*)

*) Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning, Jubiläumsschrift, Höchst a. M. 1913.

Digitized by Google

Chemotherapie

Aber auch hiermit waren die Mittel zur Bekämpfung dieser unsichtbaren Feinde noch nicht erschöpft. Während bei dem Behringschen Heilserum das von tierischen Organismen gebildete Antitoxin als Gegengift gegen das durch die Infektion erzeugte Toxin die wesentliche Rolle spielt, ist es die Aufgabe der von Paul Ehrlich in Frankfurt a. M. inaugurierten Chemotherapie, durch spezifisch wirkende chemische Mittel die Krankheitserreger direkt zu treffen.

In mühevoller Arbeit, in der Ehrlich Hunderte von Präparaten einer systematischen physiologischen Prüfung unterwarf, fand er in dem Diaminodioxyarsenobenzol oder Salvarsan das zur erfolgreichen Bekämpfung der Syphilis geeignete Mittel. Auch bei anderen Infektionskrankheiten, bei Spirillose, Framboesie, Typhus recurrens, Malaria, Scharlach, und bei einigen Tierkrankheiten scheint sich das neue Mittel zu bewähren. Aber wir befinden uns hier erst am Anfange einer neuen Zeit, und noch viele heimtückische Krankheiten, unter denen die Tuberkulose an erster Stelle steht, harren der Vernichtung ihrer unsichtbaren Erreger.

Künstliche Riechstoffe

Es gibt indessen noch andere Gebiete, auf denen die synthetische Chemie dem Menschen Wohltaten erwiesen hat. Für die Synthese der Riechstoffe sind die Untersuchungen von F. Tiemann im Hofmannschen Laboratorium grundlegend gewesen. 1874 war es ihm gelungen, das wirksame Prinzip der Vanille aus dem Cambialsafte der Coniferen zu isolieren und bald darauf das Vanillin aus einem Bestandteil des Steinkohlenteers darzustellen. Im Heliotropin fand er den kostbaren Duft des Heliotrops, im Cumarin den Duft des Maikrautes, und im Ionon und Iron die herrlichen Düfte der Veilchengruppe. Man fand im Zimmtaldehyd das künstliche

Digitized by Google

Kassiaöl, im Napholäther das Neroliöl und im Anthranilsäureester den Duft der Orangenblüten. 1890 wurde durch Bauer ein Ersatz für den Moschus aufgefunden, der zwar denselben durchdringenden Geruch besitzt, aber mit dem echten Moschus des Bisamtiers nicht identisch ist. Allein mit der Auffindung einzelner Synthesen war das Problem noch nicht erschöpft. Viele Pflanzendüfte verdanken ihre Schönheit einer bestimmten Mischung einzelner Riechstoffe. So hat man beispielsweise im Zitronenöl 15 Stoffe, wie Limonen, Pinen, Phellandren, Camphen, Citral, Citronellal, Oktylaldehyd, Nonylaldehyd, Geraniol, Linalool, Terpinol u. a., bestimmt erkannt und auch die schwierige Aufgabe gelöst, aus dem Rosenöl 18 verschiedene Individuen zu isolieren und aus diesen auf andere Weise gewonnenen Stoffen wiederum künstliches Rosenöl auf synthetischem Wege herzustellen.*) Es gelang, in Riechfläschchen von 100 g Inhalt den Duft von 500 kg Rosen oder von 1000 kg Veilchenblüten oder von 3 Millionen Stück Maiblumen einzufangen. 1 kg Vanillin kostete früher 1000 Mark, das Cumarin 500 Mark und das Heliotropin 3000 Mark. Sie werden jetzt für 30, 25 und 10 Mark das kg verkauft. Gleichwohl schätzt A. Hesse**) den heutigen Produktionswert der deutschen Industrie der ätherischen Oele und künstlichen Riechstoffe auf 40—50 Millionen Mark.***)

---

*) In ähnlicher Weise hat man durch künstliche Gemische das Jasminöl, das Flieder-, Akazien-, Maiglöckchen-, Resedaöl usw. in sehr vollkommener Weise nachgeahmt.

**) A. Hesse. Bilder aus der Riechstoff-Industrie, Ztschr. ang. Chemie 1912. 25, 337.

***) Die Ausfuhr von künstlichen Riechstoffen betrug 1908 280 000 kg, 1912 574 800 kg. Chem. Ind. 1913. Protokoll der Hauptversammlung, S. 67.

Digitized by Google

Die künstliche Darstellung vieler Riechstoffe ist namentlich durch die klassischen wissenschaftlichen Arbeiten von O. Wallach in Göttingen über die Bestandteile des Terpentinöls gefördert worden. In diese Gruppe der Terpene gehört auch der Kampfer, der ein Hauptexportartikel der Japaner geworden ist, die auf Formosa grosse Pflanzungen von Kampferbäumen angelegt haben und damit ein Weltmonopol zu erreichen gedachten. Er wird in erheblichen Mengen in der Zelluloidindustrie namentlich zur Filmfabrikation verwendet.*) Im Jahre 1902 gelang es der Scheringschen Fabrik in Berlin, den Kampfer aus Terpentinöl darzustellen und damit das japanische Monopol zu durchbrechen, wenn auch an der 15—20 Millionen Mark betragenden Weltproduktion der natürliche Kampfer immer noch in erheblichem Masse beteiligt ist.

Künstlicher Kampfer

Die synthetischen Heilmittel und Riechstoffe führen uns zu der umfangreichen Industrie der chemischen Präparate. Diese wichtige Industrie hat in den letzten 25 Jahren eine enorme Ausdehnung erfahren und zu einem sehr bedeutenden Umsatz und einem über alle Länder der Erde ausgebreiteten Exporthandel geführt. Es ist jedoch nicht möglich, im Rahmen dieser Schrift auf die vielen Hunderte chemischer Präparate näher einzugehen, die für die Medizin, die Pharmazie, die Hygiene, für die Lebensmittel- und Gärungsgewerbe, für die Textil- und Lederindustrie, die Par-

Präparatenindustrie

*) Das Zelluloid ist eine Lösung von Nitrozellulose in Kampfer, die bei gewöhnlicher Temperatur hornartig fest, bei erhöhter Temperatur plastisch formbar ist. Im Jahre 1906 betrug der Umsatz der Zelluloidindustrie in Deutschland 80 Millionen Mark. (G. Bonvitt, Chem. Ztg., 1913, 1172.)

Digitized by Google

fümerie und Seifenfabrikation, für die Photographie, die Feuerwerkerei, die Beleuchtungsindustrie, die Keramik und viele andere Künste und Gewerbe täglich in grossen und kleinen Mengen gebraucht werden.

Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden diese Präparate beinahe ausschliesslich in den Apotheken hergestellt, deren Laboratorien damals fast die alleinige Pflanzstätte der Chemie bildeten. Heute werden sie teils von der Grossindustrie, teils von grösseren oder kleineren Spezialfabriken erzeugt, von denen einige der bedeutendsten noch aus jenen Apotheken durch allmähliche Vergrösserung und Erweiterung ihrer Laboratorien hervorgegangen sind.

So ist aus der Engelapotheke am Schlossgraben zu Darmstadt, die Friedrich Jakob Merck im Jahre 1654 erwarb, die heutige Chemische Fabrik E. Merck hervorgegangen, ein Weltunternehmen, das über 1800 Arbeiter und 400 Beamte beschäftigt, unter denen 75 Chemiker und Apotheker, Ingenieure, Aerzte und Tierärzte sind. Durch 2⅓ Jahrhunderte befindet sich dieses Unternehmen ununterbrochen im Besitze der Familie Merck, die sich nicht nur auf chemischem und pharmazeutischem, sondern durch den Schriftsteller und Kritiker Kriegsrat Johann Heinrich Merck auch auf literarischem Gebiete ausgezeichnet hat, den Freund Goethes, auf dessen Lebensentwicklung er, wie Goethe selbst bekennt, einen bedeutenden Einfluss ausgeübt hat.

In ähnlicher Weise, wenn auch in jüngerer Zeit, hat sich die Chemische Fabrik auf Aktien vorm. E. Schering zu Berlin aus der in der Chausseestrasse gelegenen „Grünen Apotheke“ entwickelt. Anfangs der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts be-

Digitized by Google

schäftigt sich ihr Gründer Ernst Schering mit pharmazeutischen und photographischen Präparaten, die auf der Pariser Weltausstellung 1855 prämiiert werden. 1858 errichtet er eine Präparatenfabrik in Berlin und 1874 eine zweite in Charlottenburg.

Um diese Zeit übernimmt I. F. Holtz aus Prenzlau die Leitung des Unternehmens, ein Mann, der sich um die chemische Industrie grosse Verdienste erworben hat. So sehr ihn seine erfolgreiche Berufstätigkeit in Anspruch nimmt, so findet er doch Zeit, sein Interesse und seine Arbeitskraft grossen, der Allgemeinheit dienenden Aufgaben zuzuwenden. Ein volles Vierteljahrhundert, 1881 bis 1906, führte er den Vorsitz des Vereins zur Wahrung der Interessen der Chemischen Industrie Deutschlands, dessen Tätigkeit die beispiellose Entwicklung dieser Industrie in dieser Zeitperiode widerspiegelt. Waren es bis dahin wesentlich technische und kaufmännische Fragen, mit denen sich der Industrielle zu beschäftigen hatte, so traten bald zahlreiche neue Probleme auf, die auf den verschiedensten Gebieten ihrer Lösung harrten. Fragen der allgemeinen Wirtschafts- und Sozialpolitik, Fragen der Steuer- und Zollgesetzgebung, des Patent- und Handelsrechts, des Versicherungswesens, der Gift- und Sprengstoffbehandlung, der Tarifierung und Detarifierung, Konzessions- und Verwaltungsfragen, die Schaffung der Berufsgenossenschaft der Chemischen Industrie und ihre Organisation, Fragen der Ausbildung der Chemiker, die Herausgabe der Vereinszeitschrift „Die Chemische Industrie“ und viele andere Gegenstände bildeten die Tagesordnung der Versammlungen des Vereins, die in Vorstands- und Kommissionssitzungen sorgfältig vorbereitet wurden.

Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands

Digitized by Google

Als durch das Reichsgesetz vom 7. Juli 1884 die Alters- und Invalidenversicherung eingeführt wurde, trat Holtz an die Spitze der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, dieses segensreichen Unternehmens, das er mustergültig organisiert und 20 Jahre lang als Vorsitzender verwaltet hat. Endlich ist ihm die Deutsche Chemische Gesellschaft, deren Schatzmeisteramt er 30 Jahre bekleidet hat, zu besonderem Dank verpflichtet dafür, dass er den Wunsch des dahingeschiedenen Meisters zur Ausführung brachte, im „Hofmann-Hause" der Gesellschaft in Berlin ein eigenes Heim zu errichten. So opferfreudig auch die Schüler und Freunde Hofmanns diesem Unternehmen gegenüberstanden, so war damals doch noch nicht die Zeit gekommen, dass die chemische Industrie solche Summen ohne weiteres zur Verfügung stellen konnte; es bedurfte vielmehr des zähen Festhaltens an dem einmal gefassten Beschluss, das dem Andenken des grossen Lehrers und Forschers gewidmete Werk in schöner und würdiger Weise durchzuführen.

Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie

Deutsche chemische Gesellschaft

Das Hofmann-Haus, in dem die Sitzungen der Gesellschaft abgehalten werden, bildet zugleich den Sitz der grossen chemisch-bibliographischen Organisation, um die uns nicht nur das Ausland, sondern auch andere Wissenschaften beneiden. Die „Berichte" der Deutschen Chemischen Gesellschaft, in denen die Originalabhandlungen der Mitglieder veröffentlicht werden, wurden nacheinander von H. Wichelhaus, F. Tiemann, P. Jacobson und R. Pschorr redigiert. Die Seitenzahl der Berichte, die im ersten Jahrgang (1867) 300 betrug, ist gegenwärtig auf über 5000 angewachsen. Der immer zunehmende Umfang der

Bibliographie

Digitized by Google

chemischen Literatur des In- und Auslandes, die früher den Mitgliedern in einem besonderen „Referatenteil" zugänglich gemacht wurde, veranlasste die Gesellschaft im Jahre 1897, das schon bestehende „Chemische Zentralblatt" zu erwerben und in erweiterter Form herauszugeben. Diese gegenwärtig ebenfalls auf ca. 5000 Seiten angewachsene Zeitschrift, die zuerst von R. Ahrend, dann von A. Hesse redigiert wurde, gibt eine vollständige Uebersicht sämtlicher Veröffentlichungen aus den Gebieten der reinen und angewandten Chemie, einschliesslich der deutschen Patentliteratur. Von den Abonnenten gehören etwa drei Fünftel dem Inlande und zwei Fünftel dem Auslande an. Die Benutzung der „Berichte" und des „Zentralblattes" wird durch sieben Generalregister erleichtert. Um aber den besonderen Bedürfnissen der organischen Chemie gerecht zu werden, ist neuerdings eine von R. Stelzner redigierte Herausgabe der „Zweijährlichen Literatur-Register der organischen Chemie" aufgenommen worden, die nach einem besonderen, zuerst von M. M. Richter angewandten Formelsystem geordnet sind. Ein ähnliches „Literaturregister der anorganischen Chemie" ist von M. K. Hofmann vor kurzem in Angriff genommen worden.

Neben diesen periodischen Veröffentlichungen hat aber die Gesellschaft seit 1897 in der Fortsetzung des „Handbuches der organischen Chemie von F. Beilstein" die von P. Jacobson redigierte, systematisch geordnete Sammlung der gegenwärtig etwa 150000 Verbindungen umfassenden organisch-chemischen Forschungsergebnisse übernommen, deren vierte in Vorbereitung befindliche, auf 12 Bände berechnete Auflage auf mehr als 1000 Druckbogen geschätzt wird.

Digitized by Google

Auch für die Zukunft fehlt es der chemischen Forschung glücklicherweise nicht an neuen Zielen. Der fortschreitende Verkehr erfordert beständig grössere Mengen chemischer Energie in der bequemen Form flüssiger Brennstoffe, als Benzin, Benzol, Petroleum, Braunkohlen- und Steinkohlenteerölen, zum Treiben moderner Motore*) zu Wasser, zu Lande und in der Luft, die von der chemischen Industrie beschafft werden müssen. Mit der zunehmenden Zahl der Automobile, die durch die Abschaffung des Pferdebetriebes grosse Getreideflächen für die menschliche Ernährung freimachen, wächst aber auch der Bedarf an Gummi von Jahr zu Jahr, denn die Unebenheiten der Strasse lassen sich mit den wachsenden Fahrgeschwindigkeiten nur durch ein elastisches Medium in Einklang bringen. Noch muss Deutschland den Kautschukbedarf für seine 80000 Automobile und für viele andere Zwecke vom Auslande beschaffen,**) aber die wissenschaftlichen Arbeiten von

Flüssige Brennstoffe

Künstlicher Kautschuk

---

*) Die im In- und Auslande gebauten Dieselmotore haben gegenwärtig eine Gesamtstärke von 1720000 PS., wovon auf Deutschland 774000 PS. kommen. (G. Krämer, Chem. Ztg., 1913, S. 25.) Die Weltproduktion an Erdöl ist in den Jahren 1906 bis 1911 von 28,6 auf 44,5 Millionen Tonnen gestiegen. Hiervon kamen im Jahre 1911 auf die Ver. Staaten Amerikas 28,4, auf Russland 9,1 Millionen und 7 Millionen Tonnen auf alle übrigen Länder.

**) An rohem und gereinigtem Kautschuk wurden 1908 nach Deutschland eingeführt 14740 Tonnen im Werte von 89 Millionen Mark, 1912 10586 Tonnen im Werte von 162,7 Millionen Mark. An Kautschukwaren wurden ausgeführt 1908 7775 Tonnen im Werte von 45.67 Millionen, 1912 11549 Tonnen im Werte von 62,3 Millionen Mark. (Chem. Ind. 1913. 36. Protokoll der Hauptversammlung S. 72).

Digitized by Google

C. Harries*) in Kiel und die unter C. Duisbergs tatkräftiger Leitung von Fritz Hofmann und seinen Mitarbeitern in den Elberfelder Farbenfabriken ausgeführten Untersuchungen zeigen schon den Weg zur technischen Gewinnung des künstlichen Kautschuks, um den deutschen Bedarf und vielleicht den Weltbedarf, der heute einen Wert von 900 Millionen Mark aufweist, im Inlande zu fabrizieren.**)

Gerbstoffe, Zucker

Die Synthese der Gerbstoffe ist von Emil Fischer aufgenommen worden. Ihm verdankt die wissenschaftliche Chemie die Erforschung der natürlichen Zucker, eines Gebietes, das vorher zu den geheimnisvollsten dieser Wissenschaft gehörte. Zu seiner Eroberung haben indessen die bisherigen Waffen der chemischen Synthese nicht ausgereicht. Wie im modernen Kriege musste der geniale Forscher die dritte Dimension zu Hilfe nehmen, um mit dem Flugzeug der Stereochemie van't Hoffs dieses verwickelte Gebiet restlos aufzuklären. Auch vor dem höchsten Problem, der wissenschaftlichen Synthese der Eiweissstoffe, ist Emil Fischer nicht zurückgeschreckt. Ob es aber der technischen Chemie jemals gelingen wird, in der Gewinnung der Nahrungsmittel mit der Natur in erfolgreichen Wettbewerb zu treten? Wer vermöchte es zu sagen!

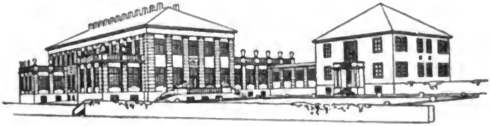
Eiweissstoffe

* * *

*) C. Harries. Ueber künstlichen Kautschuk vom wissenschaftlichen Standpunkt. „Kunststoffe." München 1912. 2.

**) Der erste Weg, der zum künstlichen Kautschuk geführt hat, ging über das Isopren, einen leichtflüchtigen Kohlenwasserstoff, der zuerst 1860 von Greville Williams durch trockene Destillation aus dem Kautschuk gewonnen wurde. Es hat sich ergeben, dass der Kautschuk als ein Polymerisationsprodukt des Isoprens aufzufassen ist.

Digitized by Google



Kaiser Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim a. d. Ruhr.

Schluss

Wir sind am Ende unserer Betrachtungen. Der Wanderer im Gebirge hat eine ansehnliche Höhe erstiegen und erblickt vor seinem geistigen Auge den verschlungenen mühsamen Pfad, der ihn aus der Dürre der mittelalterlichen Erkenntnis in die fruchtbaren Gefilde der Gegenwart geführt hat. Mit Benutzung aller geistigen und technischen Hilfsmittel hat er den Weg gebahnt. Die Leuchte der Wissenschaft in der Hand, durchdringt er die Geheimnisse der Natur, die Magnetnadel der chemischen Theorien führt ihn von Entdeckung zu Entdeckung in den eroberten Gebieten, deren Grenzen er mit den Waffen des gewerblichen Rechtsschutzes gegen das Ausland verteidigt. Mit einer Kapitalrüstung der Unternehmungen von über 700 Millionen und einer Reserve von über 250 Millionen Mark,*) einem Heer von 250 000 Arbeitern, dessen Jahressold über 300 Millionen

*) Im Jahre 1912 wurden die Bilanzen von 195 Aktien-Gesellschaften mit einem eingezahlten Kapital von 710,1 Millionen Mark veröffentlicht. Diese verteilten an die Aktionäre 109,05 Millionen Mark oder durchschnittlich 15,63 Prozent. Ausser dem Aktienkapital arbeiteten in diesen Gesellschaften noch 266 Millionen Mark sichtbare Reserven und 169 Millionen Mark Obligationen und Hypotheken; das sind insgesamt 1145 Millionen Mark, auf die an Dividenden und Zinsen 115,8 Millionen Mark ausgezahlt wurden. Daraus ergibt sich eine Durchschnittsverzinsung von 10,12 Prozent des investierten Kapitals.

Digitized by Google

beträgt,*) und einem Stabe von Tausenden wissenschaftlicher, technischer und kaufmännischer Beamten wird das neue Land im friedlichen Wettkampf nationaler Arbeit bestellt, um tausendfältige goldene Frucht zu tragen. Eine reiche Ernte, deren Wert in der deutschen chemischen Gesamtproduktion gegenwärtig auf 1¾ Milliarden Mark geschätzt wird, ergiesst sich unter der Führung des deutschen Kaufmanns über alle Länder der Erde, um auf dem Weltmarkt Zeugnis abzulegen von deutschem Fleiss und deutschem Unternehmungsgeist. Das Geheimnis dieses Erfolges aber erblicken wir in dem planvollen Zusammenwirken von Wissenschaft und Industrie. Scientia potestas est. Deshalb gedenken wir in Dankbarkeit des hohen Interesses, das der Kaiser

*) Die Arbeiterzahl betrug im Jahre 1912 249 819; der durchschnittliche Jahresverdienst 1234 Mark. Die Vermehrung der bei der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie versicherten Betriebe in den letzten 25 Jahren ergibt die folgende Tabelle, die ferner die Anzahl der bei diesen beschäftigten „Vollarbeiter", deren Lohnsumme und den Durchschnittslohn angibt. Die Zahl der „Vollarbeiter" wird in der Weise festgestellt, dass die von den versicherungspflichtigen Personen in den einzelnen Jahren geleistete Gesamtzahl der Arbeitstage durch 300 dividiert wird.

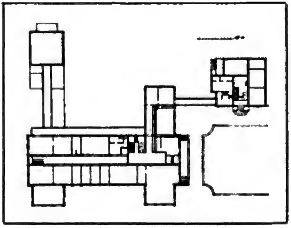
	Betriebe	Vollarbeiter	Lohnsumme M.	Durchschnittslohn M.
1888	4464	83 667	67 055 828	801
1891	5273	100 285	83 855 954	835
1894	5758	110 348	94 289 192	855
1897	6316	129 827	115 662 600	889
1900	7169	153 011	148 412 681	961
1903	7747	168 950	166 293 445	984
1906	8505	195 356	207 311 913	1063
1909	8702	211 830	240 464 951	1132
1912	9147	249 819	308 220 516	1234

Digitized by Google

und König an den Fortschritten der chemischen Wissenschaft genommen und das sich aufs neue bei der feierlichen Eröffnung der ersten Kaiser-Wilhelm-Institute kundgegeben hat. Die neuen Forschungsinstitute in Dahlem sind der Chemie und der physikalischen Chemie gewidmet, und schon erhebt sich ein neues Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim a. d. Ruhr.*) Möge unter dem Schutze der Hohenzollern das Banner der deutschen Wissenschaft auch fernerhin über der chemischen Industrie wehen, um neue Erfolge zu zeitigen zur Ehre unseres Vaterlandes, zur Wohlfahrt unseres Volkes.

---

*) An dem Institut für Chemie wirken E. Beckmann für anorganische, R. Willstätter für organische und O. Hahn für radiologische Chemie; das Institut für physikalische Chemie wird geleitet von F. Haber, das Institut für Kohlenforschung von F. Fischer.



Grundriss des Mülheimer Instituts.

Digitized by Google

Literatur.

Ahrens, Die Elektrochemie am Anfang und Ende des 19. Jahrhunderts. Ztschr. ang. Chemie, 1900, S. 1090.

Badische Anilin- und Sodafabrik, Gesamtbild ihrer Tätigkeit. Ludwigshafen a. Rh., 1913.

Bernthsen, Ueber Luftsalpetersäure. Vortrag, gehalten auf dem VII. internationalen Kongress für angewandte Chemie zu London, 1909.

Bernthsen, Nachruf auf Heinrich Caro. Ber. d. d. chem. Ges., 1912, 45.

Binz, A., Chemische Industrie und Volksernährung. Berlin, 1913.

Binz, A., Die Mission der Teerfarben-Industrie. Berlin, 1912.

Binz, A., Ursprung und Entwicklung der chemischen Industrie. Berlin, 1910.

Brunck, H., Die Entwicklungsgeschichte der Indigo-Fabrikation. Festvortrag, gehalten bei der Einweihung des Hofmannhauses. Ber. d. d. chem. Ges. 1900, 33, 3. Sonderheft, S. LXXI.

Caro, H., Ueber die Entwicklung der Teerfarben-Industrie. Ber. d. d. chem. Ges. 1892, 25, 3, S. 955.

Caro, H., Ueber die Entwicklung der chemischen Industrie von Mannheim-Ludwigshafen a. Rh. Ztschr. ang. Chem. 1904, 17, S. 1343.

Darmstädter, L., und Du Bois-Reymond, R., 4000 Jahre Pionier-Arbeit in den exakten Wissenschaften. Berlin, 1904.

Deutsche Edelstein-Gesellschaft, Synthetische Edelsteine, ihr Wesen und ihre Erzeugung. Als Manuskript gedruckt. Idar, 1911.

Die Hauptindustrien Deutschlands. Leipzig, 1904.

Du Bois-Reymond, E., Die Berliner französische Kolonie in der Akademie der Wissenschaften. Reden, II., S. 313.

Digitized by Google

Duisberg, C., Die Wissenschaft und Technik in der chemischen Industrie mit bes. Berücksichtigung der Teerfarbenindustrie. Festvortrag, gehalten in der Hauptversammlung des Deutschen Museums. München, 1911.

Duisberg, C., Fortschritte und Probleme der chemischen Industrie. Vortrag, gehalten a. d. VIII. intern. Kongress f. ang. Chemie in New-York. Ztschr. ang. Chemie, 26, S. 1.

Engler, C., Ueber Zerfallprozesse in der Natur. Verh. d. Ges. Deutscher Naturforscher und Aerzte. 1911, 1, S. 42.

Eichengrün, A., 25 Jahre Arzneimittel-Synthese, Ztschr. f. ang. Chemie, 1913, 26, S. 49.

Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning, 1863—1913. Jubiläumsschrift. Höchst a. M., 1913.

Fischer, P., Entwicklungsgeschichte der Zündholzindustrie. Ztschr. ang. Chemie, 1912, 25, 2640.

Frank, A., Anfang und Entwicklung des Kalibergbaues und der Kali-Industrie, Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gewerbefleisses, 1902, 81, S. 233.

Glaser, C. Heinrich von Brunck. Ber. d. d. chem. Ges. 1913. 46.

Grossmann, H., Die Stickstoff-Frage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. Berlin, 1911.

Grossmann, H., Die Bedeutung der chemischen Technik für das deutsche Wirtschaftsleben. Halle a. S., 1907.

Harries, C., Ueber den gegenwärtigen Stand der Chemie des Kautschuks. Vortr., geh. i. Oesterr. Ing.- und Architekten-Verein, Wien, 1910.

Harries, C., Ueber den künstlichen Kautschuk vom wissenschaftl. Standpunkte. Vortr., geh. i. Ver. deutscher Chemiker, Freiburg i. B. „Kunststoffe", 1912, 2.

Herzog, R. O., Chemische Technologie der organischen Verbindungen. Heidelberg, 1912.

Hesse, A., Bilder aus der Riechstoffindustrie. Ztschr. ang. Chem., 1912, 25, S. 337.

Hofmann, A. W., Fischer, E., Caro, H., Zur Erinnerung an Peter Gries, Ber. d. d. chem. Ges., 1891, 25, 3, S. 1007.

Hüttensmüller, R., Die chemische Industrie Deutschlands, insbesondere die deutsche Teerfarben- und Indigo-Industrie. Vortr., geh. im Auswärtigen Amt zu Berlin, 1912. Als Man. gedr.

Digitized by Google

Knietsch, R., Ueber die Schwefelsäure und ihre Fabrikation nach dem Kontaktverfahren. Ber. d. d. chem. Ges., 1901, 34, 3, S. 4069.

Kolbe, G., Geschichte der Königlichen Porzellanmanufaktur zu Berlin. Berlin, 1863.

Krämer, G., Die Bedeutung des Petroleum-Monopols für die chem. Industrie. Chem.-Ztg., 1913, 25.

Lepsius, B., Das alte und das neue Pulver. Verh. d. Vers. deutscher Naturf. u. Aerzte. Leipzig, 1891. 1.

Lepsius, B., Aug. Wilh. von Hofmann. Allg. deutsche Biographie. Leipzig 1905.

Lepsius, B., Die Chemische Fabrik Griesheim - Elektron und ihre Wohlfahrtsbauten. Jubiläumsschrift. Berlin 1908.

Lepsius, B., Die Elektrolyse in der chemischen Gross-Industrie. Ber. d. d. chem. Ges., 1909, 42, S. 2892.

Lepsius, B., Julius Friedrich Holtz, Chem.-Ztg., 1911, S. 693.

Lepsius, B., Die technische Gewinnung und Verwendung von Wasserstoff. Verh. d. Ver. z. Beförderung d. Gewerbfleisses, 1912, Heft 2.

Möhlau, R., Die Entwicklung und nationalökonomische Bedeutung der deutschen chemischen Industrie im 20. Jahrhundert. Rektoratsrede, Dresden, 1908.

Oechelhäuser, W. von, Technische Arbeit einst und jetzt. Berlin 1906.

Precht, H., Die norddeutsche Kali-Industrie. Herausgegeben von R. Ehrhardt, Stassfurt, 1907.

Rassow, B., Geschichte des Vereins Deutscher Chemiker in den ersten 25 Jahren seines Bestehens. Leipzig, 1912.

Samtleben, A., Leuchtgas in chemischer, hygienischer und wirtschaftlicher Beziehung. Ztschr. f. ang. Chem. 1912, 25, 2648.

Sander, A., Technische und wirtschaftliche Entwicklung der deutschen Industrie. Vortr., geh. im Ver. zur Bef. des Gewerbefleisses. Berlin, 1912.

Schilder, S., und Springer, L., Rohstoffe, Fabrikate, Abfälle. Eine wirtschaftliche Studie. Wien, 1909.

Schneider, W. von, Mineralische Düngemittel und Ernteerträge. Riga, 1909.

Stange, A., Die Zeitalter der Chemie in Wort und Bild. Leipzig, 1908.

Digitized by Google

Süvern, C., Die künstliche Seide. Berlin, 1900.

Volhard, J. u. Fischer, E., Aug. Wilh. von Hoffmann. Berlin 1902.

Wallach, O., Organische Chemie, Kultur der Gegenwart, III, 2. Leipzig, 1913.

Wenzel, O., Die Arbeiter der chemischen Industrie und ihre Löhne. V. Intern. Kongress für ang. Chemie, Berlin, 1903, Band IV, S. 851.

Wichelhaus, H., Wirtschaftliche Bedeutung chemischer Arbeit. Braunschweig, 1900.

Wichelhaus, H., Organische Farbstoffe. Dresden, 1909.

Wichelhaus, H., Sulfuriren, Alkalischmelze der Sulfosäuren, Esterifizieren. Leipzig 1911.

Winkler, Cl., Die Entwicklung der Schwefelsäure-Industrie im Laufe des scheidenden Jahrhunderts. Ztschr. ang. Chem., 1900, S. 731.

Winther, Ad., Zusammenstellung der Patente a. d. Gebiete der organischen Chemie 1877 bis 1905. 3 Bde., Giessen, 1908—1910.

Will, W., Ueber Sprengmittel. Vortr., geh. im Oesterr. Ing.- und Architekten-Verein. Wien, 1910.

Witt, O. N., Weltausstellung zu Paris 1900. Sammelausstellung der deutschen chemischen Industrie. Berlin, 1900.

Witt, O. N., Ferdinand Tiemann. Ein Lebensbild. Ber. d. d. chem. Ges., 1901, 34, 3, S. 4403.

Witt, O. N., Die chemische Industrie des Deutschen Reiches im Beginn des 20. Jahrhunderts. Festschrift zum 25. Jubiläum der Begründung d. Ver. z. Wahrung der Int. d. chem. Industrie Deutschlands. Berlin, 1902.

Witt, O. N., Die Entwicklung der technischen Chemie. Ber. d. d. chem. Ges., 1907, 40, 4, S. 4644.

Witt, O. N., Wechselwirkungen zwischen der chemischen Forschung und der chemischen Technik. Kultur der Gegenwart, III., 2., Leipzig, 1913.

Zenneck, F., Die Verwertung des Luftstickstoffs mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens. Verh. d. Ges. deutscher Naturforscher und Aerzte. 1910, 1, S. 87.

Digitized by Google

Namenregister.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Sachregister.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

J. S. PREUSS, Königl. Hofbuchdruckerei
Berlin S. 14, Dresdener Strasse 43

Digitized by Google

Digitized by Google

RETURN TO → CIRCULATION DEPARTMENT
202 Main Library

LOAN PERIOD 1 HOME USE	2	3
4	5	6

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS
Renewals and Recharges may be made 4 days prior to the due date.
Books may be Renewed by calling 642-3405

DUE AS STAMPED BELOW

JUN 3 0 1995		
RECEIVED		
JUN 0 5 1995		
CIRCULATION DEPT.		
SENT ON ILL		
JAN 0 5 1996		
U. C. BERKELEY		

FORM NO. DD6

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY
BERKELEY, CA 94720

Digitized by Google